Goethe-Gymnasium der Stadt Leipzig
Gorkistraße 25
04347 Leipzig

Schuljahr 2024/2025

Facharbeit

Kryptomining mit Photovoltaikstrom

Verfasser:
Sven Künne
Klasse 10-1

Fach:
Informatik

Betreuender Fachlehrer:
Herr Heyde

Inhaltsverzeichnis

Motivation....5
1.0 Theoretischer Hauptteil: Konzepte....1
1.1 Kryptografie....1
1.1.2 Symmetrische Verschlüsselung am Beispiel der Caesar-Verschlüsselung....2
1.1.3 Asymmetrische Verschlüsselung....3
1.2 Die Entstehung der Kryptowährungen....4
1.3 Blockchain....6
1.4 Hash....8
1.4.1 Hash-Rate....9
1.4.2 Hohe Hash-Rate am Beispiel des Bitcoin-Netzwerkes....10
1.4.3 Gefahr einer 51%-Attacke....10
1.5 Peer-to-Peer-Netzwerk....11
1.6 Wallets....11
1.6.1 Cold-Wallet....12
1.6.2 Hot-Wallet....12
1.7 Wodurch werden Kryptowährungen „unhackbar“....12
1.8 Unterschiedliche Mining-Ansätze....13
1.8.1 Funktionsweise des NiceHash-Mining Prozzesses....13
1.8.2 Funktionsweise des Chia-Mining Prozesses....14
1.8.3 Funktionsweise des Ethereum-Classic-Mining Prozesses....15
1.9 Mining-Pools....17
2.0 Praxisanwendung von Krypto-Mining....17
2.1 Abwärmerückgewinnung mit Bitcoin-Mining....17
2.2 Umweltbelastung durch Kryptomining....18
2.3 Erneuerbare Energie als Lösung....19
2.3.1 Photovoltaik-Strom für Kryptomining....19
2.4 Thesen....20
3.0 Eigenanteil....21
3.1 Technische Anforderung....21
3.2 Probleme bei der Durchführung....21
3.3 Ergebnisse des Minings....21
3.3.1 Ergebnisse Nice-Hash-Mining....21
....22
3.3.2 Ergebnisse Chia-Mining....22
3.3.3 Ergebnisse Ethereum-Cash Mining....24
....24
4.0 Auswertung....24
4.1 Rückbezug auf Thesen....24
5.0 Zukünftige Trends und Entwicklungen....25
5.1 Welche Untersuchungsschwerpunkte sind noch offen?....25
5.1.1 Photovoltaik-Anlage mit optimaler Lage....26
5.1.2 PV-Module einzeln mit Wechselrichter verbunden....26
5.1.3 Erweiterte Grafikkarten-Tests im Mining....26
5.1.4 Erweiterter Zeitraum für Chia-Mining....27
5.2 Entwicklung Kryptomining mit Erneuerbaren-Energien....27
5.2.1 Projekt Bitcoin-City in El Salvador....27
5.3 Entwicklung (Effizienz) Photovoltaik-Anlagen....28
5.4 Entwicklung Strompreise in Deutschland....28
5.5 Kosten-Nutzen Rechner....29
Literaturverzeichnis....30
Onlinequellen:....30
Anhang....35

Motivation

In den vergangenen Jahren sind die Strompreise in Deutschland durch verschiedene weltweite Konflikte stark gestiegen. Dadurch stieg der Strompreis in Deutschland auf ca. 0,285€ pro kW/h.[1] Deshalb suchen viele Bewohner Deutschlands nach einer Möglichkeit ihren eigenen Strom zu produzieren. Dennoch stehen einige Besitzer vor einer großen Herausforderung: Ihre PV-Anlage produziert mehr Strom als sie benötigen. Dies tritt insbesondere in den Sommermonaten auf, wenn die Sonneneinstrahlung am höchsten ist. Als Eigentümer einer PV-Anlage bleibt nur die Möglichkeit des Einspeisens in das Öffentliche Netz, da andere Alternativen noch nicht technologisch ausgereift sind. Diese Einspeisung des erzeugten Überstroms in das öffentliche Netz bringt in der Regel nur eine geringe Vergütung. Ein persönliches Beispiel verdeutlicht dies: Die PV-Anlage meiner Eltern mit einer Nennleistung von 7,5 kW ist seit etwa zwei Jahren in Betrieb. In dieser Zeit haben wir ca. 2200 kWh in das öffentliche Stromnetz eingespeist, mit einer Vergütung von 0,08 € pro kWh.

Die Anschaffungskosten für PV-Anlagen sind jedoch hoch und der geringe Gewinn aus der Einspeisung stellt potenziell viele Besitzer vor die Frage, wie sich die Rentabilität ihrer Investition verbessern lässt. Während mögliche Gesetzesänderungen diskutiert werden, gibt es alternative Ansätze, die eine höhere Wertschöpfung ermöglichen könnten. Eine Idee für ein solches Gesetz wäre es, dass man für den eingespeisten Strom dieselbe Vergütung erhält, wie für das Entnehmen aus dem öffentlichen Netz. Dadurch könnten die Stromkosten drastisch gesenkt werden. In meinem persönlichen Beispiel würde solch eine Regel bedeuten, dass wir ca. die Hälfte an Stromkosten pro Jahr bezahlen müssten.

Ein solcher Ansatz ist das Kryptomining. Dabei könnte ein PV-Besitzer potenziell einen höheren Ertrag erzielen als die derzeit üblichen 0,083 €/kWh, die im besten Fall bei der Einspeisung gezahlt werden[2]. Zum Vergleich: Der Strombezug aus dem Netz kostet etwa 0,285 €/kWh. In dieser Arbeit möchte ich zeigen, dass Kryptomining eine interessante, wenn auch keine riesigen Gewinne versprechende, Möglichkeit darstellt, mit einer PV-Anlage weniger Verluste zu erzielen.

Ein wesentlicher Vorteil des Minings liegt darin, dass bestehende Anlagen ohne zusätzliche Anschaffungskosten genutzt werden können. Da Photovoltaikanlagen unter optimalen Bedingungen etwa 1000 kWh pro installierten kWp (Einheit für optimale

[1] vgl. Hesseling,Claus. Behrend,Anna: Strompreis aktuell: So viel kostet die Kilowattstunde
[2] vgl. Gonschor, Arne: Die aktuelle Einspeisevergütung für PV-Anlagen 2024

Leistung/ Peak-Leistung) erzeugen[3], jedoch auch von Faktoren wie Standort und Verschattung abhängig sind, wird zusätzlich der technische Rahmen dieser Idee beleuchtet. So ergibt sich ein innovativer Ansatz, um PV-Anlagen für ihre Besitzer profitabler zu machen.

[3] vgl. eon: kWp: Leistung und Ertrag von PV-Anlagen – Wie hoch sind die durchschnittlichen PV-Erträge einer Solaranlage

1.0 Theoretischer Hauptteil: Konzepte

In diesem Kapitel werden die zentralen Konzepte erläutert, die für das Verständnis des Themas der Kryptowährungen relevant sind.

1.1 Kryptografie

Die Kryptografie bezeichnet die Wissenschaft des Verschlüsselns von Informationen. Die Verschlüsselung bzw. die Kryptografie spielt eine zentrale Rolle in der Funktionsweise von Kryptowährungen. Um Daten vor unbefugter Einsicht oder der Einsicht von Dritten zu schützen, müssen sie verschlüsselt werden. Die Kryptografie spielt auch im Mining von Kryptowährungen eine zentrale Rolle, da sie durch den Einsatz von digitalen Signaturen sicherstellt, dass Transaktionen authentisch sind und nicht manipuliert werden können, wodurch die Integrität und Fälschungssicherheit der Blockchain gewährleistet wird.
Dabei kommen Verschlüsselungsverfahren zum Einsatz, welche Daten oder Informationen in eine unleserliche Form umwandeln, so dass nur noch autorisierte Personen auf diese Zugriff haben, bzw. sie entschlüsseln können. Um die genaue Funktionsweise von Verschlüsselung besser zu verstehen ist es wichtig, die Begriffe Klartext und Geheimtext zu betrachten. [4]

Als **Klartext** wird die offene, leserliche Formulierung eines Textes, welcher ohne Schutzmaßnahmen vorliegt, bezeichnet. Wird dieser Klartext verschlüsselt, bezeichnet man ihn nun als **Geheimtext**. Dieser ist eine versteckte, unleserliche Form. Die Umwandlung von Klartext in Geheimtext geschieht durch mathematische Algorithmen oder spezifische Formen. [5]

Die Technik der Verschlüsselung findet zum größten Teil in der privaten Nutzung eine Anwendung. So zum Beispiel für die Ende-zu-Ende (E2EE) Verschlüsselung für gängige Messaging-Dienste wie WhatsApp.[6]

Kryptografie findet auch in Kryptowährungen einen Nutzen. Hier stellt die Kryptografie eine essenzielle Grundlage für die Sicherheit und Funktionsweise her. Beispielsweise

[4] Vgl. IBM. Was ist Kryptografie?
[5] Vgl. C.C. Buchner. Verschlüsselung
[6] Vgl. IBM: Was ist End-to-End Verschlüsselung (E2EE)?

werden Verschlüsselungsverfahren in der Blockchain-Technologie genutzt, um Transaktionen sicher und unveränderbar zu machen (siehe 1.3 Blockchain(s)) .
Allerdings sind zwei grundlegend verschiedene Verschlüsselungsmethoden zu unterscheiden. Einerseits die Symmetrische Verschlüsselung und andererseits die asymmetrische Verschlüsselung. [7]

1.1.2 Symmetrische Verschlüsselung am Beispiel der Caesar-Verschlüsselung

Die Symmetrische Verschlüsselung ist ein Verschlüsselungsverfahren, welches sowohl für die Verschlüsselung als auch Entschlüsselung den selben Schlüssel verwendet. Als Schlüssel wird eine Information bezeichnet, welche für das Verschlüsseln und Entschlüsseln verwendet wird. Die symmetrische Verschlüsselung gilt als sehr effizient, da sie wenig Rechenleistung benötigt. Allerdings ist sie unsicherer als die asymmetrische Verschlüsselung. Da die symmetrische Verschlüsselung meist einen deutlich geringeren Schlüsselraum aufweist. Außerdem besitzt die asymmetrische Verschlüsselung zwei verschiedene Schlüssel, was ebenfalls die Sicherheit erhöht. Eine symmetrische Verschlüsselung wurde bereits in der Antike von Gaius Julius Cäsar verwendet. Mit diesem Beispiel soll die Funktionsweise einer symmetrischen Verschlüsselung verdeutlicht werden.

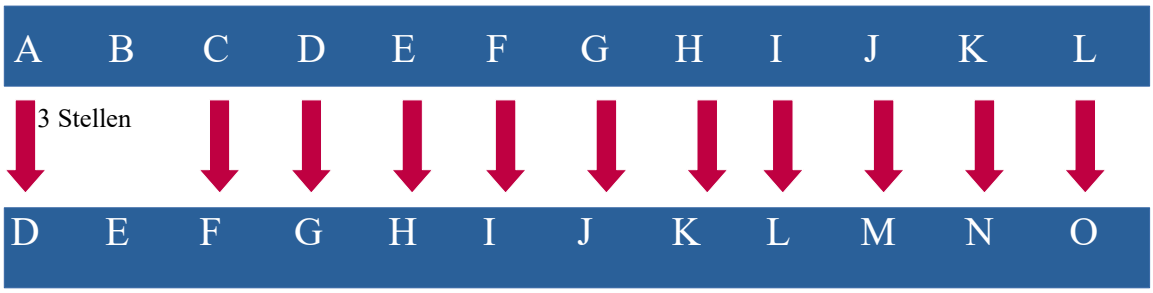
Die Cäsar-Verschlüsselung verwendet für das Entschlüsseln und Verschlüsseln den gleichen Schlüssel. Sowohl der Sender der Nachricht als auch der Empfänger müssen sich auf eine Zahl von 1-26 einigen. Diese Zahl gibt an, um wie viele Stellen im Alphabet die Buchstaben nach rechts verschoben werden. Einigen sich beide also auf die Zahl drei, wird aus jedem A in der Nachricht ein D, aus jedem B ein E usw. Diese Verschlüsselung ermöglichte es Cäsar geheime Nachrichten zu verschicken, ohne dass seine Feinde sie lesen konnten.

Die Cäsar Verschlüsselung gilt als sehr einfach, weshalb sie nach heutigen Standards nicht mehr als sicher gilt. Die Anzahl an möglichen Schlüsseln (auch Schlüsselraum bezeichnet) ist sehr klein. Der Schlüsselraum beträgt maximal 25. Das bedeutet, dass ein Unbefugter nach maximal 25 Versuchen den Buchstaben entschlüsselt hat. Eine weitere Schwachstelle ist eine Häufigkeitsanalyse, bei welcher die Häufigkeit bestimmter Buchstaben untersucht wird. Im Deutschen wird zum Beispiel sehr oft der

[7] BSI. Blockchain macht Daten praktisch unveränderbar. Kryptowährungen und die Frage der Sicherheit

Buchstabe E verwendet. Sollte der Geheimtext nun sehr häufig den Buchstaben G enthalten, kann man daraus schließen, dass der Schlüssel zwei ist.

Diese schematische Grafik soll die Funktionsweise der Caesar-Verschlüsselung verdeutlichen. Dafür wurde der Schlüssel drei gewählt. Das bedeutet, dass jeder Buchstabe im Alphabet nun um drei Stellen verschoben wird.[8]



1.1.3 Asymmetrische Verschlüsselung

Bei der Asymmetrischen Verschlüsselung werden für das Verschlüsseln und das Entschlüsseln verschiedene Schlüssel verwendet. Jeder Kommunikationsteilnehmer erzeugt dabei einen öffentlichen und privaten Schlüssel, welche mathematisch untrennbar miteinander verbunden sind. Der öffentliche und der private Schlüssel sind durch mathematische Probleme verbunden, die schwer umzukehren sind. Am Beispiel der RSA-Verschlüsselung bedeutet dies, dass der öffentliche und private Schlüssel über das Produkt zweier Primzahlen $n=p \cdot q$ verbunden sind. Der private Schlüssel basiert auf der Schwierigkeit n in p und q zu zerlegen. [9]

Der öffentliche Schlüssel wird ausschließlich verwendet, um Information an Teilnehmer zu verschlüsseln. Ein privater Schlüssel wird ausschließlich verwendet, um diese Informationen dann zu entschlüsseln. Bei der asymmetrischen Verschlüsselung kann eine Information nur durch beide Schlüssel sicher übertragen werden. Zunächst ein Beispiel ohne ein spezifisches Verschlüsselungsverfahren.

Die Person A sendet der Person B eine Nachricht. Bevor diese Nachricht versendet wird, wird sie mit dem öffentlichen Schlüssel von Person B verschlüsselt. Nun kann nur Person B mit seinem privaten Schlüssel diese Nachricht entschlüsseln.

Diese Methode ist deutlich sicherer, da der Schlüsselraum viel höher ist. Außerdem nutzt diese Methode mathematische Verfahren, welche auf sogenannten

[8] Vgl. BSI. Arten der Verschlüsselung. Die komplizierten Funktionsweisen einfach erklärt

[9] vgl. Knappe, Timm. CrypTool-Online: RSA (Schritt für Schritt erklärt) – Das verbreiteste moderne assymetrische Verfahren der RSA

Einwegverfahren beruhen. Ein Beispiel dafür ist die RSA-Verschlüsselung. Die Sicherheit dieser Verschlüsselung basiert auf der Schwierigkeit große Zahlen in ihre Primfaktoren zu zerlegen. [10]

1.2 Die Entstehung der Kryptowährungen

Die Finanzkrise aus dem Jahr 2008 hatte zur Folge, dass viele Menschen nahezu ihr gesamtes Erspartes verloren.[11] Dies hatte zur Folge, dass in der Bevölkerung das Vertrauen in traditionelle Banken stark erschüttert wurde. Es müsste also eine neue Alternative geschaffen werden.

Satoshi Nakamoto (Pseudonym) ist die Person, welche im Jahr 2008 genau diese Lösung präsentierte: eine digitale Währung den Bitcoin. Das Whitepaper für diesen war zwar bereits im Jahr 2007 erschienen, jedoch ging der erste Bitcoin für einen damaligen Wert von unter einem Cent erst im Jahr 2008 an den Markt. In diesem Whitepaper wurden die Grundlagen der Kryptowährungen und die zugrundeliegenden Blockchain-Technologien beschrieben.

Kryptowährungen nutzen Kryptografie, also die Verschlüsselung von Daten, um die Sicherheit von Transaktion zu gewährleisten. Anders als bei herkömmlichen Fiat-Währungen sind die Coins einer Kryptowährung nicht unbegrenzt verfügbar. Jede Kryptowährung ist auf eine bestimmte Anzahl limitiert, welche nicht überschritten werden kann. Beim Bitcoin sind dies beispielsweise 21 Millionen Bitcoins. Diese sogenannten „Coins“ haben keine physische Absicherung wie Gold, sondern existieren ausschließlich digital. Die Coins liegen in digitalen Geldbörsen, den sogenannten Wallets.

Ein entscheidender Unterschied zu herkömmlichen Fiat-Währungen besteht darin, dass Kryptowährungen durch keine zentrale Instanz, wie eine Bank geregelt werden. Stattdessen basiert die Verwaltung von Kryptowährung auf einer Blockchain-Technologie. Dies ist eine dezentrale Datenbank, welche alle Transaktion öffentlich zugänglich und dauerhaft speichert. Die Blockchain wird als dezentral bezeichnet, da sie evtl. tausendfach/millionenfach (abhängig von der Größe des Netzwerkes) auf allen Geräten gespeichert ist, welche am Netzwerk teilnehmen. Außerdem sorgt die Blockchain dafür, dass der Zahlungsverkehr fälschungssicher ist. Während Zentralbanken die Geldmenge steuern und somit den Wert von Fiat-Währungen

[10] BSI. Arten der Verschlüsselung. Die komplizierten Funktionsweisen einfach erklärt

[11] vgl. Schneider,Gerd. Tokya-Seid, Christiane. Bundeszentrale für politische Bildung: Bankenkrise/Finanzkrise

beeinflussen, basieren Kryptowährungen auf dezentralen Systemen. Sie werden ausschließlich von Privatpersonen generiert und verwaltet, wodurch die Teilnahme grundsätzlich für jeden möglich ist. [12]

Der Zahlungsverkehr mit Kryptowährungen erfolgt direkt zwischen den Teilnehmern (Peer-to-Peer), dabei wird eine herkömmliche Bank durch die Blockchain ersetzt. Dies ermöglicht schnellere Transaktionen mit niedrigen Gebühren.

1.2.1 Vergleich zentrales System vs. Dezentrales System

Im Folgenden werden die theoretischen Konzepte von Kryptowährungen in einem dezentralen System mit Fiat-Währungen in zentralen Systemen vergleichen. Fiat-Währungen sind Währungen welche theoretisch auf einen physischen Wert wie Gold oder Silber basieren, aktuell allerdings basiert der Wert nur auf dem Vertrauen der Menschen und Regierungen. Beispiele für Fiat-Währungen sind der Euro, Dollar oder der Britische Pfund. Kryptowährungen existieren ausschließlich digital und besitzen keine physische Absicherung wie Gold. Der Wert basiert einzig und allein auf der begrenzten Menge an Coins und dem Aufwand für das Mining der spezifischen Währung. Die meisten Fiat Währungen hingegen sind in der Theorie durch einem realen Wert wie zum Beispiel Gold gesichert, allerdings sind sie auch unbegrenzt verfügbar (Hyperinflation in Deutschland 1923). Jedoch sind aktuell keine der Fiat-Währungen mehr mit Gold gedeckt, ihr Wert basiert auf der Nutzung dieser Währung in einem Land.[13] Die Verwaltung von Kryptowährungen ist dezentral, das bedeutet das keine zentrale Verwaltung existiert. Fiat-Währungen hingegen werden zentral über beispielsweise Banken verwaltet und die Geldmenge wird gesteuert. Bei den Kryptowährungen erfolgt die Speicherung aller Transaktion in der Blockchain. Dabei bleibt der Kunde allerdings namentlich unbekannt und er ist nur durch seine Wallet-Nummer bekannt, er bleibt also anonym. Transaktion erfolgen ebenfalls verschlüsselt und somit anonym. Dies könnte potenziell ein Nachteil sein, da leichter illegale Gegenstände erworben werden können, ohne dass Transaktionen namentlich zurückverfolgt werden können. Bei den Fiat-Währungen hingegen wird jeder Kunde mit einem Namen gespeichert. Jeder Transaktion wird ein Konto zugeordnet und somit sind diese nicht anonym. Bei den Kryptowährungen entstehen neue Coins durch das sogenannte Mining allerdings ist die Gesamtanzahl der Coins begrenzt. Teilnehmer am Blockchain-Netzwerk können Coins selbst schürfen, somit kann sich jeder theoretisch

[12] Vgl. Huxley. Die Entwicklung von Kryptowährungen – was zeichnet sie aus, wohin geht die Reise?
[13] vgl. Deutsche Bundesbank. Geld und Geldpolitik

sein eigenes Geld drucken. Allerdings ist hierbei der Aufwand sehr groß und eine Belohnung ist nicht garantiert. Bei den Fiat-Währungen entsteht neues Geld durch Kredite. Dabei geben Zentralbanken neues Geld an Kreditinstitute aus, welches meist auf Knopfdruck und in diesem Fall auch ohne physische Absicherung erschaffen wurde. Die genannten Argumente sprechen sich eher für Kryptowährungen aus, da sie deren dezentrale Verwaltung, Anonymität und begrenzte Verfügbarkeit betonen, wodurch Aspekte wie Kontrolle, Privatsphäre und Inflationsschutz gegenüber zentral gesteuerten und potenziell unbegrenzt verfügbaren Fiat-Währungen hervorgehoben werden. Allerdings müssen auch die potenziell negativen Seiten von Kryptowährungen genannt werden. So können zum Beispiel falsche Überweisungen nicht zurückgeholt werde und sind somit verloren. Anders als bei Fiat Währungen, wo eine Fehlerprüfung vor der Überweisung stattfindet und anschließend die Bank den Geldtransfer ausführen muss. Bei Fiat-Währungen wird neues Geld durch die Kreditvergabe geschaffen, indem Zentralbanken Geld an Kreditinstitute ausgeben. Jedoch ist die Kreditvergabe bei Kryptowährungen sehr schwierig, da neues Geld nicht schnell genug geschaffen werden kann. Anstatt Geld durch Kreditvergabe zu schaffen, übernehmen die Kryptowährungen nun die Rolle von Vermittlern zwischen Sparern und Kreditnehmern. Dies könnte in einem langsamen Wirtschaftswachstum resultieren. [14]

1.3 Blockchain

Als Blockchain wird eine Technologie zum Speichern von Daten in einem dezentral organisierten Netzwerk bezeichnet. Dabei muss man beachten, dass dies nicht automatisch impliziert, dass Blockchains immer etwas mit Kryptowährungen wie Bitcoin zu tun haben. Es gibt nicht die eine Blockchain für alle Transaktionen auf der Welt, sondern viele verschiedene, jeweils für ihre Kryptowährung oder andere Anwendung wie bspw. digitale Wahlen oder zur Bekämpfung von Geldwäsche. [15]
Die Blockchain Technologie wurde erstmals 1991 von einer Gruppe von Forschern beschrieben und war ursprünglich dazu gedacht, Dokumente mit einen Zeitstempel zu versehen, welcher nicht im Nachhinein verändert werden kann. In den folgenden Jahren geriet die Blockchain in den Hintergrund, bis sie 2009 durch Satoshi Nakamoto adaptiert wurde. [16]

[14] Vgl. Huxley. Die Entwicklung von Kryptowährungen – was zeichnet sie aus, wohin geht die Reise?
[15] Vgl. Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik (BSI). Blockchain macht Daten praktischer unveränderbar
[16] Vgl. Eilers, Carsten. Die Blockchain im Überblick

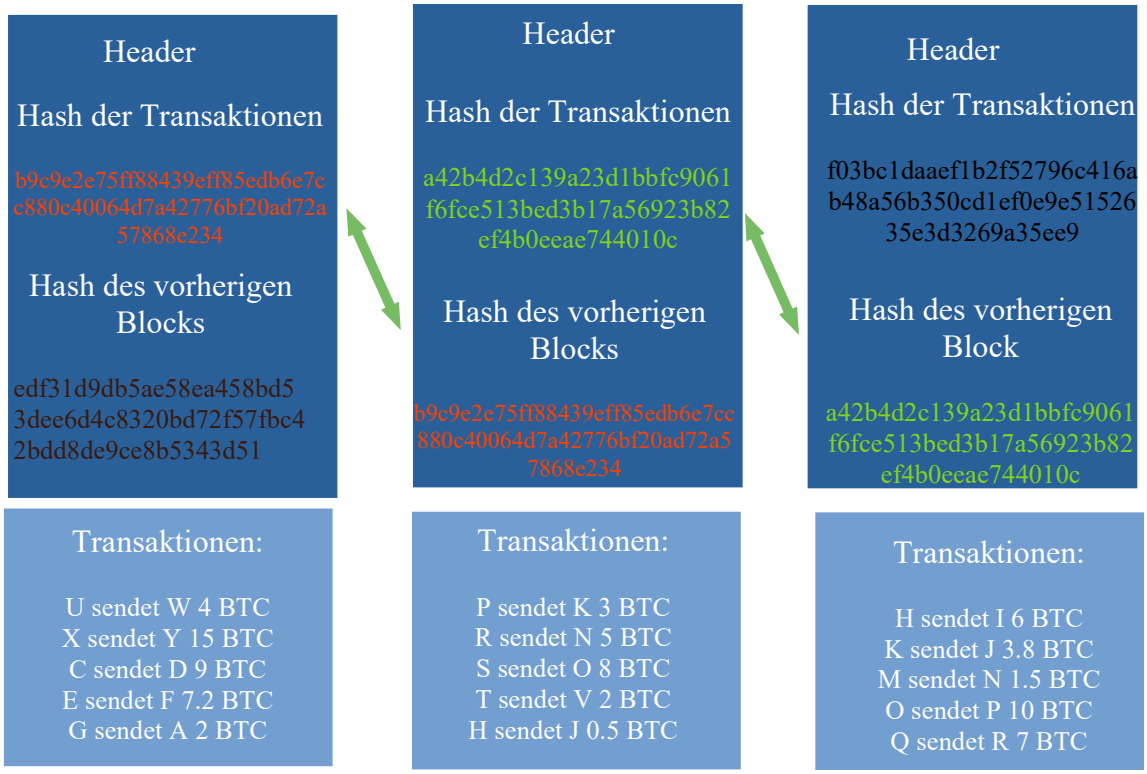
Die Blockchain besteht aus einer Kette von digitalen Datenblöcken, die aneinander gesetzt werden. Jeder Block besitzt Information bzw. Transaktionsdaten, einen Hash und den Hash des vorherigen Blockes. Ein Hash ist das Ergebnis einer Hash-Funktion. Dafür werden die Transaktionen durch einen Hash-Algorithmus in einen unleserlichen Text umgewandelt. Dies dient allerdings nicht zur Verschlüsselung, sondern zur Überprüfung der Integrität der Daten (siehe 1.4 Hash). Die Hash-Rate bezeichnet die Anzahl der Hashing Versuche, die in einem Blockchain Netzwerk pro Sekunde durchgeführt werden (siehe 1.4.1 Hash-Rate) beschreibt. Dabei besitzt jeder Computer, welcher am dezentralen Netzwerk teilnimmt, eine Kopie der gesamten Blockchain. Dabei müssen sich alle Teilnehmer in diesem Netzwerk an die gleichen Regeln halten. Die Blockchain bildet dabei eine dezentralisierte Datenbank, da sie auf vielen Computern verteilt ist. Dies verhindert, dass sich ein Teilnehmer des Netzwerkes mehr oder weniger Vermögen gibt, da sein Kontostand auf tausenden von Kopien der Blockchain gespeichert ist. Soll nun also eine Transaktion durchgeführt werden, müssen alle aktiven Mitglieder überprüfen, ob die Person überhaupt die nötigen finanziellen Mittel besitzt. Ist diese Transaktion verifiziert erscheint sie in allen Kopien der Blockchain.

Die Manipulationssicherheit der Blockchain wird durch eine kryptografische Verschlüsselung gewährleistet.

Für jeden Block in der Blockchain wird ein Hash (digitaler Fingerabdruck) berechnet. Er identifiziert einen Block. Sollte sich eine Information innerhalb des Blockes verändern ändert sich sein Hash-Wert, wodurch alle folgenden Blöcke nicht validiert sind. Dies bedeutet, dass man Informationen innerhalb einer Blockchain theoretisch nicht verändern kann, da dafür alle Hash-Werte der folgenden Blöcke neu berechnet werden müssten. Allerdings sind heutige Computer in der Lage extrem viele Hashes in der Sekunde zu berechnen, was eine solche Neuberechnung nicht unmöglich macht. Um dies zu verhindern, gibt es das Proof-of-Work (System).

Eine Blockchain verhindert Manipulationen, da jeder neue Block durch ein Konsensverfahren, also eine Methode zur Einigung aller Netzwerkteilnehmer auf eine einheitliche und gültige Blockchain-Version, validiert werden muss. Selbst wenn ein Angreifer versucht, einen einzelnen Knoten zu manipulieren, wird dieser durch den Konsensalgorithmus, die technische Umsetzung des Konsensverfahrens in Form einer mathematischen Regel oder eines Mechanismus zur Entscheidungsfindung, ignoriert, da die Mehrheit der Netzwerkteilnehmer die korrekte Version der Blockchain besitzt.

Banken und Notare werden durch die Blockchain ersetzt, da ihre Aufgabe nun dezentral durch jeden Teilnehmer des Netzwerkes ausgeführt wird.
Kryptowährungen bieten hierbei eine Anwendungsmöglichkeit für die Blockchain-Technologie, da eine Verifizierung von Transaktionen ohne zentrale Instanz ermöglicht wird. [17]

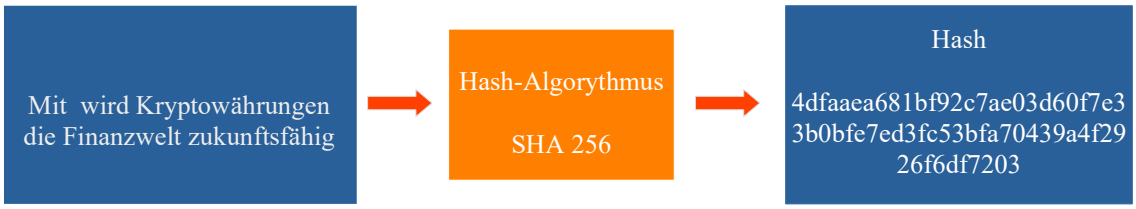


1.4 Hash

Das Englische Wort „Hash“ bedeutet auf Deutsch übersetzt so viel wie zu zerhacken. Beim Hashing werden Daten bspw. Transaktionen innerhalb eines Blockes durch eine Hash-Funktion/Hash-Algorythmus wie bspw. SHA 256 in einen Hash umgewandelt. Die Daten liegen dabei klar leserlich vor und der Hash bildet eine Art digitale Signatur, welche die Integrität der Daten schützen soll. Das Ergebnis einer Hash-Funktion ist eine feste Zeichenfolge (meist hexadezimal). Das Ergebnis soll keine Verschlüsselung der Daten darstellen. Selbst kleinste Veränderungen an den Daten führen zu einem komplett neuen Hash-Wert (*Avalanche Effekt*). Dabei ist die Rückumwandlung eines Hashes in seine Ursprungsinformationen nicht möglich. Eine Hash-Funktion kann außerhalb der Kryptowährungen genutzt werden, um zu überprüfen, ob große Datenmengen vollständig von A nach B übertragen wurden. In einem Blockchain Netzwerk wird eine Hash-Funktion verwendet, um neue Blöcke zu erstellen und

[17] Vgl. Schlatt, V., Schweizer, A., Urbach, N., Fridgen, G. Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale

Transaktionen zu validieren. In diesem Netzwerk wird sie als Hash-Rate angegeben. Die Hash-Rate bezeichnet die Berechnungen pro Sekunde des Netzwerkes. Diese Berechnungen können durch CPU, GPU oder ASIC (*application-specific integrated circuit*) durchgeführt werden.[18]



1.4.1 Hash-Rate

Die Hash-Rate bezeichnet die Anzahl der Hashing-Versuche, die in einem Blockchain Netzwerk pro Sekunde durchgeführt werden. Die Hash-Rate des Netzwerkes ist die Summe aller Hash-Rates der einzelnen Geräte in diesem Netzwerk. Die Hash-Rate kann ein Indikator für die Leistung und Sicherheit eines Netzwerkes sein, ist jedoch auch auf einzelne Geräte anwendbar. Jedoch ist die Hash-Rate bei bspw. einer Grafikkarte stark abhängig vom Modell, somit der Hardware. Die individuelle Hash-Rate wird durch die Hardware eines Computers bestimmt. Die Hash-Rate eines Netzwerks ist nicht konstant. Sie hängt von der Anzahl der Miner ab, die das Proof-of-Work-Rätsel lösen und ihre Lösung mit dem Zielwert abgleichen. Proof of Work ist ein Konsensmechanismus, bei dem Miner komplexe mathematische Aufgaben durch wiederholtes Hashen von Daten lösen müssen, bis sie einen Wert finden, der eine bestimmte Bedingung erfüllt. Dieser Prozess erfordert erhebliche Rechenleistung und dient dazu, neue Blöcke zur Blockchain hinzuzufügen und das Netzwerk vor Manipulation zu schützen.

Die Hash-Rate besitzt kein direktes Verhältnis zum Preis, jedoch kann man sagen, dass je höher die Hash-Rate des Netzwerkes ist, desto höher ist der Bitcoin Preis, allerdings reagiert die Hash-Rate des Netzwerkes meist verzögert auf Kursschwankungen.

Einige Unternehmen so zum Beispiel AntMiner stellen spezifizierte Hardware für das Mining zu Verfügung. Diese Hardware ist spezifisch für eine Aufgabe entwickelt, das Hashen, somit für das Mining verschiedener Kryptowährungen. Diese Hardware wird als ASIC bezeichnet und besitzt einen relativ niedrigen Energieverbrauch im Vergleich zur Hash-Rate.

[18] Vgl. Schlatt, V., Schweizer, A., Urbach, N., Fridgen, G. Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale

Die Wahrscheinlichkeit einen neuen Block zu finden, lässt sich durch, Eigene Hashrate geteilt durch die Hashrate des Netzwerkes berechnen.
Die Ökonomie des Minings lässt sich durch die Effizienz der Hardware + Energiekosten berechnen. Das bedeutet, dass Miner versuchen ihren Strom so günstig wie möglich zu bekommen, um die höchsten wirtschaftlichen Erfolge zu erzielen. Eine Photovoltaik-Anlage bietet solch eine Möglichkeit mit Energiekosten von ca. 0,083 €/kWh.[19]

1.4.2 Hohe Hash-Rate am Beispiel des Bitcoin-Netzwerkes

Besitzt das Bitcoin-Netzwerk eine hohe Hashrate, wird impliziert, dass es eine hohe Sicherheit besitzt. Es sind viele Miner aktiv, welche Transaktionen validieren und neue Blöcke erzeugen. Außerdem ist das Netzwerk resilient gegen 51%-Attacken. Bei einer 51%-Attacke versuchen Angreifer 51% der gesamten Hash-Rate des Netzwerkes aufzubringen. Dies ist die Mehrheit, welches bedeuten würde, dass sie in der Lage wären Double Spends (mehrfache Verteilung von einem Bitcoin) zu tätigen oder Transaktionen rückgängig zu machen. Die Hohe Hash-Rate sorgt für ein stabiles Maß an Erzeugung von neuen Blöcken. Laut dem Bitcoin-Protokoll soll durchschnittlich alle 10 Minuten ein neuer Block gefunden werden. Ist die Hash-Rate nun so hoch das ein neuer Block in unter 10 Minuten gefunden wird, wird nach 2016 Blöcken die Mining-Difficulty (Schwierigkeit des Minings) erhöht.
Dies führt dazu, dass das Mining für schwächere Miner mit einer geringen Hash-Rate unrentabel wird, da ihre Energiekosten im Vergleich zum Gewinn zu groß sind, das Netzwerk verlassen. Dadurch sinkt die Hash-Rate des gesamten Netzwerkes.[20]

1.4.3 Gefahr einer 51%-Attacke

Schwächere Miner haben das Netzwerk bereits verlassen, da der Aufwand für sie zu groß ist. Dadurch verliert das Netzwerk an Stabilität. Die Gefahr einer 51%-Attacke steigt, allerdings ist sie beim Bitcoin-Netzwerk immer noch äußerst unwahrscheinlich, da die Hash-Rate des Bitcoin Netzwerkes am 15 Dezember 2024 bei 816 EH/s lag. Die Mining Difficulty wird gesenkt, da nach 2016 Blöcken die Blockzeit von den angegebenen 10 Minuten abweicht. Dies hat zur Folge, dass schwächere Miner dem Netzwerk wieder beitreten, wodurch die Hash-Rate erneut steigt. [21]

[19] Vgl. Kaitao, L. Blockchain Mining Power and Market Quality in Cryptocurrency Trading
[20]Vgl. Daehan, K., Doojin, R., Webb, R. Does a higher hashrate strenthen Bitcoin network secruity?
[21] Vgl. Daehan, K., Doojin, R., Webb, R. Does a higher hashrate strenthen Bitcoin network secruity?

1.5 Peer-to-Peer-Netzwerk

Ein Peer-to-Peer-Netzwerk (P2P-Netzwerk) ist eine Rechner-zu-Rechner Verbindung, welches eine direkte Kommunikation ermöglicht. Anders als bei zentralisierten Systemen, bei denen Server als Vermittlungsstelle fungieren, arbeitet ein P2P-Netzwerk ohne Zwischensysteme. Alle Rechner innerhalb des Netzwerkes sind gleichberechtigt und können sowohl als Client als auch als Server agieren. Dies ermöglicht einen direkten Austausch von Informationen bzw. Daten zwischen zwei Rechnern. [22]

Kryptowährungen nutzen dieses System aktiv, da es eine der Grundlagen für ihre Dezentralität bildet. Die Verteilung von Daten auf viele unabhängige Geräte stellt sicher, dass keine zentrale Instanz vorhanden ist. Diese könnte potentiell eine Schwachstelle im Netzwerk sein. Dadurch wird das System besonders sicher, da es keine zentrale Instanz gibt, welche gehackt werden könnte und zu Datenlecks führen kann.

Außerdem spielt der Schutz personenbezogener Daten innerhalb eines P2P-Netzwerkes eine große Rolle. Alle Transaktionen innerhalb eines Kryptowährungsnetzwerks sind pseudonymisiert. Dadurch können keine sensiblen Daten an Dritte verkauft werden. [23]

1.6 Wallets

Die Coins einer Kryptowährung, welche man besitzt, werden in einem sogenannten Wallet verwaltet. Dabei befinden sich diese Coins nicht direkt im Wallet, sondern in der Blockchain. Im Wallet liegen 2 Schlüssel, der private-Schlüssel (private-key) und der öffentliche Schlüssel (public-key). Der public-key wird als Empfangsadresse benötigt. Der private-key wird benötigt, um Transaktionen zu verifizieren, welche von diesem Wallet ein und aus gehen. Außerdem weist der private-key die Eigentumsrechte an einem Wallet nach. Dabei ist es möglich, dass ein Wallet mehrere private-keys enthält. Für eine erfolgreiche Transaktion werden sowohl der private-key als auch der public-key benötigt. Der public-key ist dabei für jeden einsehbar und kann mit einer Bankkontonummer verglichen werden

Sollte eine Person ihren private-key verlieren, so hat diese keinen Zugriff mehr auf ihr Wallet und das darin befindliche Vermögen ist verloren. [24]

---

[22] Vgl. coursera. What Is a Peer-to-Peer-Network?

[23] Vgl. Hyunggon, P., Ratzin, I. R., van der Schar, M. Peer-to-Peer Networks – Protocols, Cooperation and Competition

[24] Vgl. Chavarria, A., Munichiello, K. Cryptocurrency Wallet: What It is, How it Works, Types, and Secruity

1.6.1 Cold-Wallet

Als ein Cold-Wallet wird ein physisches Speichermedium beschrieben, welches oft einem USB-Stick gleicht. Es ermöglicht die sichere Speicherung des private-key sowie des public-key. Dies geschieht ohne Verbindung zum Internet. Dadurch gilt diese Methode der Speicherung als besonders sicher, da ein physischer Zugriff benötigt wird. Dadurch wurden potentielle Angreifer einerseits eine physische Verbindung zum Gerät benötigen und andererseits muss eine Schwachstelle im Code vorhanden sein. Deshalb ist ein unauthorisierter Zugriff besonders schwierig und man kann ein Cold-Wallet als relativ „hack-sicher“ bezeichnen, solange wie es sicher gelagert wird. Allerdings hat die Notwendigkeit der physischen Verbindung auch einen Nachteil. Der Besitzer kann auf „seine“ Kryptowährungen nur über eine physische Verbindung zugreifen. Dadurch könnten Bezahlvorgänge im alltäglichen Leben verlangsamt werden. [25]

1.6.2 Hot-Wallet

Als ein „Hot-Wallet“ wird eine Softwareanwendung auf einem internetfähigen Endgerät beschrieben. Diese kann entweder auf einem Computer oder einem Smartphone installiert sein oder eine Website sein. „Hot-Wallets“ bieten i.d.R. eine hohe Benutzer-freundlichkeit, welches durch ein “Graphical User Interface (GUI) gewährleistet wird. Außerdem ermöglichen sie die Einsicht in die Vermögenswerte ohne physischen Zugriff auf das Speichermedium. Durch die permanente Verbindung mit dem Internet ist diese Art von Wallet allerdings auch anfälliger für Cyberangriffe. [26]

1.7 Wodurch werden Kryptowährungen „unhackbar“

Hacking (Hacken) bezeichnet alle Handlungen, welche einer bestimmten Person (Hacker) oder Personengruppe unbefugten Zugriff auf ein Computersystem oder privates Netzwerk ermöglicht. Hacker nutzen Schwachstellen eines Systems aus, um die Sicherheitssysteme zu umgehen und sich unautorisierten Zugriff auf ein System zu verschaffen. Dies geschieht oft mit schädlicher Absicht. [27]

Grundlegend kann man Kryptowährungen mit einer dezentralen Blockchain-Technologie als hacksicher bezeichnen. Durch die Dezentralität ist diese in der Praxis unmöglich zu verändern. Allerdings besteht bei den Wallets und bei Tauschbörsen für

[25] Vgl. Birnbaum, D. What Is A Cold Wallet?
[26] Vgl. ledger. Was ist eine Software-Wallet?
[27] Vgl. fortinet. What Is Hacking?

Kryptowährungen eine gewisse Gefahr durch bspw. Sicherheitslücken oder Schwachstellen im System. Dadurch sind Hacker potenziell in der Lage, dem Besitzer eines Wallets, die darin befindlichen Kryptowährungen zu stehlen. Die hohe Anonymität hat zur Folge, dass diese Taten nicht strafrechtlich verfolgt werden können, da der Hacker nicht namentlich bekannt ist.[28] Im Jahr 2022 wurden so laut Kaspersky über mehrere Kryptowährungs-Börsen insgesamt 3,8 Milliarden US-Dollar gestohlen, im Jahr 2021 waren es rund 3,3 Milliarden US-Dollar. [29]Einst war Mt. Gox die weltweit führende Bitcoin-Börse und wickelte bis zu 70% der gesamten Bitcoin-Transaktionen ab. Im Februar 2014 wurden etwa 850.000 Bitcoin mit einem damaligen Wert von rund 450 Millionen US Dollar gestohlen. Die Verluste wurden auf Hackerangriffe und interne Sicherheitslücken zurückgeführt. Daraufhin musste das Unternehmen die Insolvenz anmelden. Der Skandal von Mt. Gox hatte massive Kursverluste im Bitcoin-Markt zur Folge. Bis heute beeinflusst die Insolvenz den Bitcoinkurs, da Investoren befürchten, dass die Auszahlung der verbleibenden Bestände (aktuell noch etwa 140.000 Bitcoin) in der Mt. Gox Wallet den Markt belasten könnten. Mt. Gox bleibt ein mahnendes Beispiel für die Risiken und Herausforderungen im Umgang mit Kryptowährungen. [30]

1.8 Unterschiedliche Mining-Ansätze

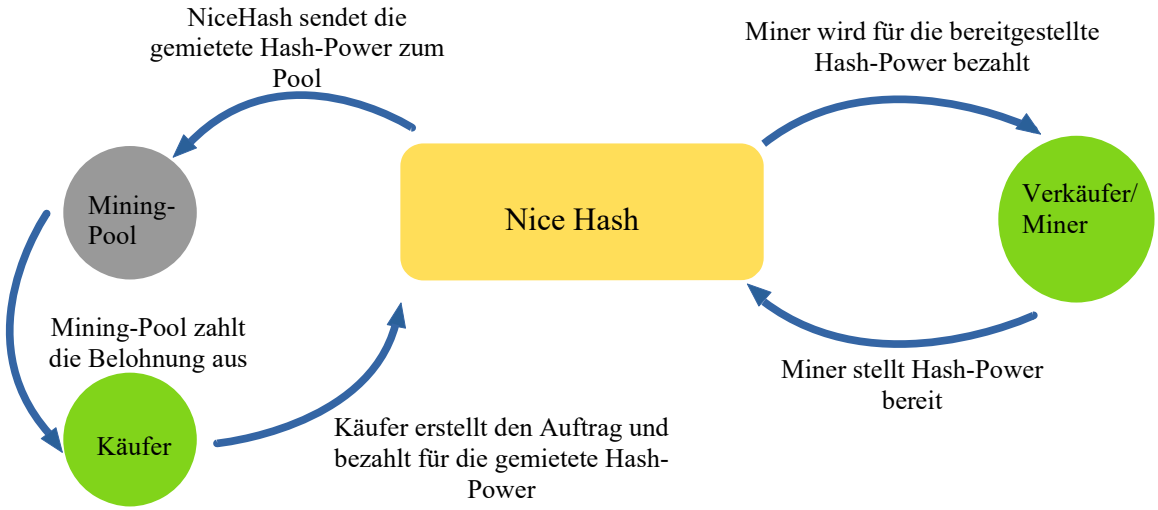
Der Bereich des Kryptowährungs-Mining hat in den letzten Jahren zahlreiche Entwicklungen durchlaufen, die sowohl technologische als auch wirtschaftliche Innovationen mit sich brachten.[31] NiceHash und Chia repräsentieren zwei unterschiedliche Ansätze, um den Zugang zu Mining zu erleichtern und die Nachhaltigkeit zu fördern.

1.8.1 Funktionsweise des NiceHash-Mining Prozzesses

NiceHash ist eine zentrale Instanz und fungiert als Vermittler zwischen Verkäufern und Käufern von Rechenleistung (Hash-Power). Dafür wird eine kostenlose Software zur Verfügung gestellt. Die Plattform finanziert sich durch eine Vermittlungsprovision von ca. 2 %. Die Anbieter der Hash-Power sind Miner, die die Rechenleistung ihres gewöhnlichen PC's oder ASIC zur Verfügung stellen. Die Miner stellen die Verkäufer dar und leiten ihre Hash-Power an einen vom Verkäufer spezifisierten Mining-Pool

[28]Vgl. coinbase. Können Kryptowährungen gehackt werden?
[29]Vgl. kaspersky. Die größten Hackerangriffe auf Kryptowährung: So schützen Sie Ihre Kryptowährung vor Hacking
[30] Vgl.Henk, P. Mt. Gox Skandal: Ursacehn, Auswirkungen und aktuelle Updates
[31] Vgl. kryptobit. Krypto-Mining im Wandel: Neue Chancen durch künstliche Intelligenz

weiter. Im Gegenzug dafür werden die Miner von NiceHash in Bitcoin entlohnt, welcher auf dem aktuellen Durchschnittspreis für die angebotene Rechenleistung beruht. Käufer hingegen nutzen NiceHash um Hash-Power zu mieten, ohne selbst in teure Mining-Hardware investieren zu müssen. NiceHash bietet ihnen die Möglichkeit frei zu wählen welche Kryptowährung sie damit minen wollen. Dieser Auftrag wird anschließend auf der Plattform platziert und kann durch die Miner ausgeführt werden.
Die gemietete Rechenleistung wird dann an den vom Käufer gewünschten Mining-Pool weitergeleitet und die resultierende Kryptowährung wird dem Käufer gut-geschrieben. Dies bietet eine kosteneffiziente Alternative zu traditionellen Mining-Investionen und ermöglicht den flexiblen Einstieg in das Krypto-Mining.[32]



1.8.2 Funktionsweise des Chia-Mining Prozesses

Die Kryptowährung Chia wurde im August 2017 von Bram Cohen mit der Vision geschaffen, den CO_2-Fußabdruck beim Mining von Kryptowährungen zu verringern. Um dies zu erreichen, nutzt Chia den Proof-of-Space-and-Time Konsesmechanismus (*Ein Konsensmechanismus ist ein Algorithmus zur Abstimmung über den Zustand eines Netzwerks zwischen seinen Teilnehmern*). Dabei müssen die Miner große Datenmengen speichern. Beim Chia-Mining wird Speicherplatz als Nachweis für die Teilnahme am Netzwerk genutzt. Miner reservieren Speicherbereiche auf ihrer Festplatte und speichern darin mathematisch generierte „Plots“. Diese „Plots“ stellen den ersten Schritt des Minings dar. Dieser ist sehr anspruchsvoll für die Festplatte und es werden hohe

[32] Vgl. NiceHash. Was ist NiceHash und wie funktioniert es?

Datengeschwindigkeiten benötigt (siehe SSD-Nutzung beim Chia Mining). Deshalb geschieht dies meist auf SSD's. Für das sog. „plotting" (erstellen von den „Plots") ist eine CPU aus der aktuellen Mittelklasse und 4-5 GB freien RAM von Vorteil, da sich so die Zeit für das „plotting" verringert. In regelmäßigen Abständen wird überprüft, welcher Miner den passendstenngespeicherten Wert besitzt, um einen neuen Block zu erstellen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Kryptowährungen bzw. Blockchain-Technologien ermöglicht diese Art die Teilnahme von auch leistungsschwächeren Computern, da hauptsächlich auf die Festplatten zugegriffen wird und die Rechenleistung somit von untergeordneter Bedeutung ist. Dadurch wird die Teilnahme am Mining für Menschen möglich, da keine spezielle Hardware (ASIC's) benötigt wird. Die Gewinne des Minings sind proportional zum für das Chia-Mining freigebenen Speicherplatz.[33] Allerdings muss hierbei beachtet werden, dass der Mining Prozess sehr aufwendig für die Festplatten ist. Beim Mining mit einem Konsensmechanismus, der auf der Rechenleistung von Computern basiert, kommt es nicht zu einem Abnutzungsprozess der Chips. Lediglich die Lüfter können mit der Zeit verschleißen. Beim Chia-Mining hingegen, das auf SSDs durchgeführt werden kann, wird es jedoch unvermeidlich sein, dass diese Festplatten irgendwann kaputt gehen. SSDs können nicht unendlich oft beschrieben werden.[34] Die Lebensdauer von SSDs wird in der Branche häufig durch den TBW-Wert (Total Bytes Written) angegeben, der die gesamte Menge an Bytes bezeichnet, die auf eine SSD geschrieben werden können. Heutzutage geben SSD-Hersteller häufig eine garantierte Schreibmenge von 256 TBW an.[35]

1.8.3 Funktionsweise des Ethereum-Classic-Mining Prozesses

Ethereum ist eine Blockchain, welche im Jahr 2015 eingeführt wurde. Die dazu gehörige Kryptowährung ist Ether (ETH), welche gemessen an der Marktkapitalisierung (Gesamtwert eines Unternehmens am Markt) die zweitgrößte Kryptowährung ist. Ethereum war ursprünglich nicht als digitale Währung gedacht. Die Gründer von Ethereum wollte eine dezentralisierte Computing-Plattform entwickeln. Die verfügt über die Sicherheit der Blockchain und erweitert diese auf eine Vielzahl von Anwendungen. Ethereum ist ein dezentrales Open-Source Netzwerk (öffentlich zugänglicher Quellcode), welches zum Erstellen von Smart Contracts gedacht war. Smart Contracts sind ein Computerprogramm, welches innerhalb der Blockchain

[33] Vgl. Chia Network INC. Business Whitepaper
[34] Vgl. crucial. Chia crypto farming sows endurance concerns
[35] Vgl. Krug, K. Die Lebensdauer einer SSD- wie länge halt sie und was kann ich ihr Gutes tun?

gespeichert wird. Diese sollen eine bestimmte Menge an finanziellen Mengen aufbewahren, bis ein bestimmtes Ziel erreicht ist. Sie funktionieren ähnlich wie kickstarter nur ohne die zentrale Instanz und sind durch die Blockchain-Technologie dezentral und manipulationssicher. Smart Contracts können Anwendung bei der Auszahlung von Löhnen, automatischen Zahlungen, Versicherungsschadensfällen oder bei Crowdfunding-Kampagnen finden.

Ethereum und Ethereum Classic (Kryptowährung) stammen von der derselben Plattform nutzen aber unterschiedliche Blockchains. Ethereum Classic (ETC) wurde 2016 nach dem DAO (dezentrale autonome Organisation) – Hack geschaffen. DAO war eine Crowdfunding-Kampagne, welche viel Ether gesammelt hat. Ein Fehler im Code hatte einen Hack-Angriff zur Folge, welche zum Verlust von 3,6 Millionen Ether mit einem damaligen Wert von 50 Mio. $ führte. Dieser Angriff löste eine Hard-Fork (Änderung des Protokolls innerhalb des Blockchain-Netzwerks, welche in einer neuen Blockchain resultiert) in der Ethereum-Blockchain aus. Dabei wurde Ethereum geändert Ethereum Classic hält allerdings an den alten Prinzipien fest. Die ursprüngliche Kette ohne Fork wurde umbenannt in Ethereum-Cash.[36]

Ethereum-Cash nutzt den Proof-of-Work Konsensmechanismus, um das Mining zu betreiben und damit neue Blöcke zur Blockchain hinzuzufügen. Dabei müssen Miner eine komplexe Rechenaufgabe lösen, indem sie eine spezielle Zahl, die sogenannte Nonce (Number used once), finden. Jeder neue Block enthält neben den Transaktionsdaten auch einen Zeitstempel, den Hash des vorherigen Blocks und die Nonce. Diese Daten werden durch eine kryptografische Hash-Funktion verarbeitet, um einen einzigartigen Block-Hash zu erzeugen.

Damit ein Block gültig ist, muss sein Hash unterhalb einer vorgegebenen Schwierigkeitsschwelle liegen, was bedeutet, dass er mit einer bestimmten Anzahl von führenden Nullen beginnen muss. Da Hash-Werte nicht vorhersehbar sind, probieren Miner systematisch verschiedene Nonce-Werte aus und berechnen immer wieder neue Hashes, bis eine gültige Lösung gefunden wird. Dieser Prozess erfordert enorme Rechenleistung, da es keine Möglichkeit gibt, die richtige Nonce direkt zu berechnen. Der erste Miner, der eine passende Nonce findet, sendet den Block ans Netzwerk, wo er überprüft und zur Blockchain hinzugefügt wird. Als Belohnung erhält der Miner eine bestimmte Menge an Kryptowährung. Falls keine gültige Nonce gefunden wird, beginnt der Prozess erneut, bis ein Miner erfolgreich ist.[37] Die Obergrenze am ETC-Coins beträgt

[36] Vgl.coinbase. Was ist der Unterschied zwischen Ethereum und Ethereum Classic
[37] Vgl.bitpanda. Konsens-Algorithmus: Proof-of-Work

210.700.000 ETC, bei einer Blockzeit von 15s (alle 15s sollte ein neuer Block gefunden werden). Das Halving, also die Belohnung pro Block, welche um einen bestimmten Wert abnimmt, wird aller 5.000.000 Blöcke durchgeführt und beträgt 20%.[38]

1.9 Mining-Pools

Solo Mining (Mining nur mit dem eigenen Computer an einem neuen Block) ist aufgrund der sehr geringen Wahrscheinlichkeit einen neuen Block zu finden, sehr ineffektiv. Das Mining lässt sich mit Glücksspiel vergleichen, da die Wahrscheinlichkeit, einen neuen Block zu finden, äußerst gering ist. Gelingt dies jedoch, ist eine umso höhere Belohnung in Form der Kryptowährung garantiert[39]. Die Belohnung für einen neuen Block wird als „Block Reward“ bezeichnet. Der finanzielle eet ist stark abhängig von der Kryptowährung. Bei Bitcoin beträgt der Blockreward aktuell 3,125 BTC was ungefähr 306.250 $ entspricht.[40] Dies ist der Grund, weshalb sich Miner oft zu einem sogenannten Mining-Pool zusammenschließen. In diesem bündeln sie ihre Rechenleistung und erhöhen somit ihre Erfolgschancen. [41]

2.0 Praxisanwendung von Krypto-Mining

In diesem Abschnitt werden verschiedene Aspekte der praktischen Nutzung von Kryptowährungen behandelt, einschließlich innovativer Konzepte wie der Abwärmerückgewinnung beim Bitcoin-Mining, den ökologischen Auswirkungen des Kryptominings und möglichen Lösungen durch den Einsatz erneuerbarer Energien, wie etwa Photovoltaik-Strom.

2.1 Abwärmerückgewinnung mit Bitcoin-Mining

Das Mining von Kryptowährungen bietet nicht nur finanzielle Anreize durch Block Rewards, sondern ermöglicht auch die Abwärmerückgewinnung. Dabei wird beim Mining entstehende thermische Energie genutzt, um bspw. eine Wohnung zu beheizen. Dies ist grundsätzlich mit allen Kryptowährungen möglich, häufig jedoch mit Bitcoin, da er am weitesten verbreitet ist. In Kombination mit erneuerbaren Energien kann der Mining-Betrieb nachhaltig gestaltet werden. Dies unterstützt die grundlegende Tendenz

[38] Vgl. CoinJournal. Ethereum Classic Mining: Was ist das und wie kann ich minen?
[39] Vgl. bitpanda. Wofür gibt es Mining-Pools und wie funktionieren sie?
[40] Vgl. coinkurier. Block Reward
[41] Vgl. bitpanda. Wofür gibt es Mining-Pools und wie funktionieren sie?

in der Politik und Gesellschaft, fossile Brennstoffe durch erneuerbare Energien zu ersetzen. [42]

Ein Beispiel für die Nutzung von Mining-Abwärme bietet die Firma 21energy:

> „Ofen Pro“ (3470€) Dieses Gerät nutzt eine Leistung von 1.100 W um Wohnräume mit einer Größe von bis zu 44m^2 zu beheizen. Neben der Heizfunktion generiert der Miner Einnahmen von ca. 0,28€ pro k/Wh bei einer Hash-Rate von bis zu 40TH/s.

Dieser Miner ermöglicht es, die entstehende Abwärme beim Bitcoin-Mining effektiv zu nutzen, um die Wohnung kostengünstig zu heizen. Dabei verdient man 0,28 € pro kWh durch Mining-Einnahmen und kann gleichzeitig nahezu kostenlos heizen, da die Einspeisevergütung für überschüssigen Strom lediglich 0,083 € pro kWh beträgt.[43]

Durch die Abwärmerückgewinnung können die wirtschaftlichen Erfolge einer PV-Anlage gesteigert werden, da die Abwärme eines Miners genutzt wird, um die Heizkosten zu reduzieren, was in Kombination mit einer Photovoltaikanlage dazu beitragen kann, die Gesamtrentabilität zu steigern, indem sowohl Energiekosten gesenkt als auch zusätzliche Gewinne aus dem Mining erzielt werden, in Form von Abwärme.

2.2 Umweltbelastung durch Kryptomining

Das Mining von Kryptowährungen hat durch den hohen Energieverbrauch erheblich negative Auswirkungen auf das Klima. Für eine einzige Bitcoin-Transaktion wird eine Energie von schätzungsweise 700 kWh benötigt.[44] Insgesamt verbraucht das Bitcoin-Mining-Netzwerk eine Energie von 173,42 TWh jährlich, was ungefähr dem 3-fachen Stromverbrauch der Schweiz gleicht.[45] Eine Studie der Vereinten Nationen aus den Jahren 2020–2021 zeigt, dass der CO_2-Fußabdruck des Bitcoin-Minings der Verbrennung von 84 Milliarden Pfund Kohle entspricht. Um diese Emissionen auszugleichen, müssten etwa 3,9 Milliarden Bäume gepflanzt werden[46]. Der Energiebedarf des Mining-Netzwerks wird zu 67 % aus fossilen Energiequellen gedeckt, was zu jährlichen Emissionen von etwa 86 Megatonnen CO_2 führt.[47] Allein

[42] Vgl. Imöhl, S. Bitcoin Mining als sinvolle Heizungsalternative ?
[43] Vgl. 21energy. Ofen Pro
[44] Vgl. TRGDatacenters. Which Cryptocurrency is the Most Enviroment Friendly?
[45] Vgl. OSTRAL. Stromverbrauch
[46] Vgl. Vgl. Chamanara, S., Madani, K., United Nations University – Institute for Water, Enviroment and Health. The Hidden Enviromental Cost of Cryptocurrency: How Bitcoin Mining Impacts Climate, Water and Land
[47] Vgl. Sempelmann, P. Der ökologische Fußabdruck von Bargeld und Kryptowährungen

durch die Emissionen, welche das Bitcoin-Mining erzeugt, könnte ausreichen, um die globale Erwärmung über das Pariser Abkommen hinauszutreiben.[48]

Angesichts der enormen Umweltbelastungen ist das Bitcoin-Mining ethisch nicht vertretbar, da die begrenzten Ressourcen der Erde für die Erzeugung von Energie, welche für das Mining benötigt wird, verbraucht werden. Die damit verbundenen Treibhausgasemissionen widersprechen den globalen Zielen der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes. Dennoch wird das Mining weiterhin in einem großen Umfang betrieben.[49] Dies kann auf finanzielle Anreize sowie fehlende Regulierungen in diesem Bereich zurückzuführen sein. Angesichts der Klimabelastungen durch das Mining von Kryptowährungen bieten alternative Ansätze, wie NiceHash und Chia potenzielle Lösungen, die in Kapitel 2.3 diskutierten Thesen aufgegriffen werden. Die Nutzung von Überschuss-Strom aus Photovoltaikanlagen ist ein vielversprechender Weg, um das Mining nachhaltiger und zugleich finanziell attraktiver zu gestalten.[50] Durch die Verwendung von NiceHash oder Chia können Photovoltaikanlagen-Besitzer ihren Überschuss-Strom für das Mining einsetzen und so möglicherweise höhere Erträge erzielen als durch die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.

Gleichzeitig könnte der Einsatz solcher Ansätze dazu beitragen, den CO_2-Fußabdruck des Minings zu reduzieren, indem erneuerbare Energiequellen genutzt werden. Dies zeigt, dass durch den gezielten Einsatz von Technologie und erneuerbarer Energie sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile realisiert werden können, die über die klassischen Mining-Modelle hinausgehen.

2.3 Erneuerbare Energie als Lösung

Der Einsatz erneuerbarer Energien könnte eine mögliche Lösung darstellen, um die Umweltauswirkungen des Bitcoin-Minings zu reduzieren und es nachhaltiger zu gestalten.[51]

2.3.1 Photovoltaik-Strom für Kryptomining

Eine Möglichkeit die Umweltbelastungen durch Kryptomining zu reduzieren, stellt die Energieerzeugen durch eine Photovoltaik-Anlage dar. Durch die Nutzung von Photovoltaikenergie für den Energiebedarf des Mining, könnte dies nachhaltig gestaltet

[48] Vgl. Chamanara, S., Madani, K., United Nations University – Institute for Water, Enviroment and Health. The Hidden Enviromental Cost of Cryptocurrency: How Bitcoin Mining Impacts Climate, Water and Land

[49] Vgl. BlockchainHero. Die Ethik des Krypto-Minings: Umweltauswirkungen und Lösungen

[50] Vgl. Zeilinger, D., Reder, M. Verdiene Bitcoins mit überschüssiger Solarenergie – So geht's !

[51] Vgl. Munich International Mining. Green Bitcoin Mining

werden. Insbesondere in sonnenreichen Gebieten könnten solche Mining-Farmen betrieben werden. Zudem könnte die Kombination mit einem Batteriespeicher, einen nachhaltigen Betrieb rund um die Uhr ermöglichen.[52]

2.4 Thesen

Im Rahmen der Betrachtung von Lösungsansätzen für die Umweltproblematik des Kryptominings werden wirtschaftliche Potenziale untersucht. Die folgenden Thesen beleuchten Möglichkeiten, durch den Einsatz von überschüssigem Photovoltaikstrom, finanzielle Vorteile gegenüber konventionellen Methoden erzielen können.

1. Durch Mining mit NiceHash lassen sich höhere Gewinne als beim konventionellen Mining erzielen.

Begründung: NiceHash fungiert als Vermittlungsplattform, die es Minern ermöglicht, ihre Rechenleistung flexibel und ohne langfristige Bindung anzubieten. Dies bietet einen wesentlichen Vorteil gegenüber konventionellen Mining-Methoden, bei denen Miner oft auf die Rentabilität einer einzelnen Kryptowährung angewiesen sind. Da bei NiceHash die Vergütung auf einem festen Euro-Betrag basiert und dieser als Bitcoin auf das Wallet übertragen wird. Eventuelle Kursschwankungen werden somit vermieden.

2. Photovoltaikanlagen-Besitzer können durch die Nutzung des Überschuss-Strom für Mining von Chia höhere finanzielle Erträge erzielen als durch die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.

Begründung: Die Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen ist in den letzten Jahren in vielen Ländern gesunken, was dazu führt, dass der Verkauf von Überschuss-Strom ins Netz oft nur geringe Erträge bringt. Im Vergleich dazu stellt das Mining von Chia eine attraktive Alternative dar, da der Proof-of-Space-and-Time-Konsensmechanismus ressourcenschonend ist und auf Speicherplatz anstatt auf energieintensive Hardware setzt.

3. Photovoltaikanlagen-Besitzer können durch die Nutzung des Überschuss-Strom für Mining mit NiceHash höhere finanzielle Erträge erzielen als durch die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.

Begründung: NiceHash bietet eine Plattform, auf der Photovoltaikanlagen-Besitzer ihren überschüssigen Strom für das Mining einsetzen können, indem sie ihre Rechen-

[52] Vgl.Zeilinger, D., Reder, M. Verdiene Bitcoins mit überschüssiger Solarenergie – So geht's !

leistung für die Plattform bereitstellen. Die Vergütung bei NiceHash ist nicht proportional zur Hash-Rate, wodurch auch Gewinne mit schwächeren ASICS oder Grafikkarten erzielt werden können.

3.0 Eigenanteil

In diesem Abschnitt wird das Mining mit NiceHash sowie von Chia durchgeführt.

3.1 Technische Anforderung

Für das Mining sind keine besonderen technischen Geräte erforderlich. Für das Mining mit NiceHash und dem damit verbundenen Vergleich von dem Mining von Ethereum Cash wurde ein normaler Computer mit Grafikkarte verwendet. Für das Mining mit Chia wurde ebenfalls ein normaler Computer verwendet. Die Plots wurden auf der internen SSD erstellt und dann auf externen HDD-Festplatten gespeichert.

3.2 Probleme bei der Durchführung

Im Zeitraum dieser Facharbeit sind PV-Anlagen von saisonalen Schwankungen beeinflusst. Der flachere Einstrahlungswinkel der Sonne im Winter hat zur Folge, dass Sonnenstrahlen mehr Strecke in der Atmosphäre zurücklegen müssen. Außerdem sind im Winter die Tage kürzer, wodurch es zu weniger Sonnenstunden kommt. Dadurch geht Energie verloren, wodurch auch die Stromproduktion einer PV-Anlage abnimmt.[53] Deshalb wird im Rahmen dieser Arbeit simuliert, dass der Stromverbrauch ausschließlich aus überschüssiger Erzeugung gedeckt wird, basierend auf den persönlichen Verbrauchs- und Erzeugungsdaten des vergangenen Jahres.

3.3 Ergebnisse des Minings

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse präsentiert und es wird jeweils der wirtschaftliche Erfolg bzw. Verlust berechnet.

3.3.1 Ergebnisse Nice-Hash-Mining

Um eine sichere Aussage über die Rentabilität des Minings mit NiceHash treffen zu können, wurde dies über einen Zeitraum von ca. 8 Tagen betrieben. Der Stromverbrauch der Grafikkarte war relativ konstant und beträgt ca. 130 W. In dieser Tabelle sind die

[53] Vgl. Valerius, G. Photovoltaik: Ertrag in Sommer und Winter

Ergebnisse des Mining dargestellt. Der Stromverbrauch der CPU war sehr schwankend und wird deshalb auf ca. 20 W geschätzt. Die Auszahlung bei NiceHash erfolgt immer dann, wenn ein bestimmter BTC-Betrag erreicht ist.

Tag	Tag 1 und 2	Tag 3 und 4	Tag 5 und 6	Tag 7 und 8
Einnahmen	0,94 €	0,94 €	0,95 €	1,02 €
Stromverbrauch	7,2 kWh	7,2 kWh	7,2 kWh	7,2 kWh
Gewinn	0,34 €	0,34 €	0,35 €	0,42 €

Im Folgenden wird einmal beispielsweise der Gewinn von Tag 1 und Tag 2 berechnet. Die anderen Tage lassen sich gleich zu diesen nur durch das Austauschen der Werte berechnen.

Geg:
- Einnahmen: 0,94 €
- Zeitraum: 48 h
- Stromverbrauch pro Stunde 150W

Ges.
- Gewinn
- Gewinn pro kWh

$$Stromverbrauch\ (fester\ Wert)$$

$$0{,}15\ kW \times 48\,h = 7{,}2\,kWh \times 0{,}083\,€ \approx 0{,}60\,€$$

$$Gewinn\ Mining$$
$$Einnahmen - Kosten\ Stromverbrauch$$

$$0{,}94\,€ - 0{,}60\,€ = 0{,}34\,€$$

$$Gewinn\ pro\ kWh$$

$$0{,}94\,€ \div 7{,}2\,kWh \approx 0{,}13\,€\ pro\ kWh$$

Mit NiceHash ist es möglich ca. 0,13 € pro kWh zu verdienen. Außerdem ist es möglich rund 0,17 € pro Tag zu verdienen nach Abzug der Stromkosten.

3.3.2 Ergebnisse Chia-Mining

Um eine einigermaßen sichere Aussage über Rentabilität des Minings von Chia treffen zu können, wurde dies über einen Zeitraum von ca. 2 Monaten betrieben. Allerdings hat sich dabei der Speicherplatz stetig erweitert, da immer wieder

neue Plots erstellt wurden, die Erstellung allerdings auch Zeit und Strom benötigt. Die Dauer für die Erstellung eines Plots betrug ca. 5 Stunden. Dabei war hauptsächlich eine Auslastung der CPU sowie SSD zu vermerken. Es wird deshalb mit einem Stromverbrauch von ca. 25 W gerechnet. Beim eigentlichen Mining von Chia wird von einem Stromverbrauch von 3 W ausgegangen, da dies der Stromverbrauch ist, welcher für das Mining benötigt wird. Andere Hintergrundprozesse sind zwar unvermeidbar, haben aber keinen Zusammenhang mit dem Mining und werden deshalb ignoriert. Die Zeit bis alle Plots fertig waren betrug ca. 4,5 Tage. Der Gewinn nach 2 Monaten beträgt 0,05049552325 XCH. Es wurde Pool-Mining betrieben. Untypischerweise hat der Mining-Pool Gewinne an mein Wallet unter dem minimalen Betrag mehrmals ausgezahlt, der Grund hierfür ist unbekannt.

Geg.
- XCH: 0,05049552325
- Zeitraum: 2 Monate = 60 Tage
- Zeit bis Plotting beendet: 4 Tage
- Stromverbrauch Plotting: 25 W
- Stromverbrauch: Farming: 3 W
- Preis Chia: 11,83 €

Ges:
- Gewinn
- Gewinn pro kWh

$$Stromverbrauch\ \ Plotting$$

$$96\,h \times 0{,}025\,kW = 2{,}4\ kWh$$

$$Stromverbrauch\ \ Farming$$

$$1440\,h \times 0{,}003\,kW = 4{,}32\,kWh$$

$$Gewinn\ \ Chia$$

$$0{,}05049552325\,XCH \times 11{,}83\,€ \approx 0{,}6\,€$$

$$2{,}4\,kWh + 4{,}32\,kWh = 6{,}72\,kWh \times 0{,}083\,€ \approx 0{,}56\,€$$

$$0{,}60\,€ - 0{,}56\,€ = 0{,}04\,€$$

$$Gewinn\ pro\ kWh\ 0{,}60\,€ \div 6{,}72\,kWh \approx 0{,}09\,€\ \ pro\ \ kWh$$

Mit dem Mining von Chia ist es möglich ca. 0,09 € pro kWh zu verdienen. Außerdem ist es möglich ca. 0,30 € pro Monat zu verdienen. Nach Abzug der Stromkosten ist es möglich 0,04€ zu verdienen.

3.3.3 Ergebnisse Ethereum-Cash Mining

Um eine Aussage über die Rentabilität des Ethereum-Cash Minings treffen zu können, wurde dies über einen Zeitraum von 7 Tagen betrieben. Der Stromverbrauch war ähnlich zu NiceHash allerdings wurde hier nur die Grafikkarte mit einer Leistung von ca. 120 W beansprucht.

Geg. Gewinn: 0,36 €
Zeitraum: 7 Tage
Stromverbrauch: 120 W

Ges. Gewinn
Gewinn pro kWh

Stromverbrauch Mining

$$0{,}120\,kW \times 168\,h = 20{,}16\,kWh$$
$$20{,}16\,kWh \times 0{,}083\,€ \approx 1{,}67\,€$$

Gewinn Mining

$$0{,}36\,€ - 1{,}67\,€ = -1{,}31\,€$$

Gewinn pro kWh

$$0{,}36\,€ \div 20{,}16\,kWh \approx 0{,}018\,€ \ \ pro \ \ kWh$$

Mit dem Mining von Ethereum Cash ist es möglich ca. 0,018 € pro kWh zu verdienen. Außerdem ist es möglich ca. 0,36 € pro Woche zu verdienen. Dies entspricht ca. 0,05 € pro Tag.

4.0 Auswertung

Im folgenden Abschnitt wird es einem Rückbezug auf die Thesen geben, in welchen ausgewertet wird, ob das Mining rentabel ist. Es wird eine Aussage darüber getroffen, ob man mit dem Mining (verschiedener Arten) die Einspeisevergütung in das öffentliche Netz übertreffen kann.

4.1 Rückbezug auf Thesen

1. Durch Mining mit NiceHash lassen sich höhere Gewinne als beim konventionellen Mining erzielen.

Diese These hat sich bestätigt. Man hat gesehen, dass der Gewinn, welcher beim Mining mit NiceHash täglich erreicht wird, nicht täglich beim Ethereum-Cash Mining erreicht wird. Der Gewinn pro kWh beträgt bei NiceHash ca. 0,13 €, bei dem Mining von

Ethereum-Cash beträgt er nur 0,018 €. Das bedeutet das NiceHash meist mehr zahlt als, das, was mit zur Verfügung gestellten Hardware erwirtschaftet werden kann.

2. Photovoltaikanlagen-Besitzer können durch die Nutzung des Überschuss-Strom für Mining von Chia höhere finanzielle Erträge erzielen als durch die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.

Diese These hat sich bestätigt. Man kann sehen, dass es möglich ist mit dem Mining von Chia ca. 0,093 € pro kWh zu verdienen. Die Vergütung, welche man für die Einspeisung in das öffentliche Netz erhalten hätten, wären 0,083 €. Dies bedeutet, dass es für PV-Besitzer rentabel ist, mit ihrem überschüssigen Strom Chia Mining zu betreiben, anstatt diesen in das öffentliche Netz einzuspeisen.

3. Photovoltaikanlagen-Besitzer können durch die Nutzung des Überschuss-Strom für Mining mit NiceHash höhere finanzielle Erträge erzielen als durch die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.

Diese These hat sich bestätigt. Man kann sehen, dass es möglich ist mit dem Mining mit NiceHash ca. 0,13 € pro kWh zu verdienen. Diese Vergütung liegt über dem Wert,welchen man für die Einspeisung in das öffentliche Netz erhalten hätte, er beträgt ca. 0,083 €. Dies bedeutet, dass es für PV-Anlagen Besitzer ratsam ist, mit ihren überschüssigen Strom Mining mit NiceHash zu betreiben, anstatt diesen in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen.

5.0 Zukünftige Trends und Entwicklungen

Die Einführung von Bitcoin als gesetzliches Zahlungsmittel in El Salvador hatte das Ziel, die finanzielle Inklusion der Bürger ohne Zugang zu Bankkonten voranzutreiben. Dieser Schritt könnte die weltweite Akzeptanz von Kryptowährungen fördern.[54] Auch in Deutschland, etwa in Berlin, akzeptieren erste Geschäfte wie „Chipi Chipi Bombón“ Bitcoin als Zahlungsmittel. Solche Entwicklungen deuten darauf hin, dass digitale Währungen zunehmend in den Alltag integriert werden und langfristig eine breitere Nutzung finden könnten.[55]

5.1 Welche Untersuchungsschwerpunkte sind noch offen?

[54] Vgl. Deutscher Bundestag, WD4: Haushalt und Finanzen. Der Bitcoin in El Salvador – Entwicklungen seit der Einführung als gesetzliches Zahlungsmittel

[55] Vgl.Chipi Chipi Bombon

In diesem Abschnitt werden Untersuchungspunkte erläutert, welche nicht in dieser Arbeit erwähnt wurden.

5.1.1 Photovoltaik-Anlage mit optimaler Lage

Die PV-Anlage, welche im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurde, liegt flach und ist durch Nachbarhäuser verschattet. Ebenfalls sorgt ein Baum auf dem Nachbargrundstück für eine Verschattung (siehe Verschattung PV-Anlage) Dies hat zur Folge, dass der theoretisch maximale Ertrag der PV-Anlage nicht erreicht wird.
Eine optimale Ausrichtung der Photovoltaik-Anlage ist entscheidend für die Maximierung der Energieeffizienz und Erträge. Dabei sollte die Anlage idealerweise nach Süden ausgerichtet sein, um eine möglichst hohe Sonneneinstrahlung zu gewährleisten. Zudem sind Neigungswinkel und mögliche Verschattungen wesentliche Faktoren, die berücksichtigt werden müssen, um den Energieertrag zu optimieren.[56] Mit einem höheren Energieertrag wäre es möglich das Mining an mehr Tagen im Jahr zu betreiben. Dies würde in gesteigerten wirtschaftlichen Erfolgen der PV-Anlage resultieren.

5.1.2 PV-Module einzeln mit Wechselrichter verbunden

Bei der untersuchten Photovoltaikanlage sind jeweils neun Module in Reihe zu einem PV-String geschaltet (siehe PV-Strings). Da der Strom in einer Reihenschaltung vom schwächsten Glied bestimmt wird, führt die Verschattung eines einzelnen Moduls dazu, dass der gesamte String an Leistung verliert, da alle Module denselben reduzierten Strom führen müssen.
Um diese Verluste zu minimieren, werden in den Modulen Bypass-Dioden eingesetzt, die den Strom am verschatteten Modul vorbeileiten. Dadurch kann der Rest des Strings weiterhin arbeiten, auch wenn das betroffene Modul weniger Leistung liefert. Alternativ können Leistungsoptimierer oder Mikro-Wechselrichter genutzt werden, um die Effizienz der Anlage weiter zu steigern. Dies würde in einem höheren Stromertrag resultieren, welches das Mining an mehr Tagen im Jahr ermöglichen würde.

5.1.3 Erweiterte Grafikkarten-Tests im Mining

Im Rahmen dieser Facharbeit wurde ausschließlich die Grafikkarte RTX 3080 hinsichtlich ihrer Einnahmen im Vergleich zu den anfallenden Betriebskosten unter-

[56] Vgl. Schwarzburger, H., Berkel, M. Optimale Ausrichtung für PV: Ist mein Dach geeignet?

sucht. Diese Analyse beschränkte sich auf ein einzelnes Modell, um eine detaillierte Betrachtung der Rentabilität zu ermöglichen. Eine breitere Untersuchung mit weiteren Grafikkarten-Modellen könnte in zukünftigen Arbeiten durchgeführt werden, um umfassendere Aussagen über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Hardware-konfigurationen zu ermöglichen.

5.1.4 Erweiterter Zeitraum für Chia-Mining

Chia-Mining, auch als Farming bezeichnet, zeichnet sich durch einen vergleichsweise geringen Energieverbrauch aus, da es im Gegensatz zu herkömmlichem Mining keine aufwendigen Rechenoperationen erfordert. Stattdessen basiert es auf der Nutzung von Speicherplatz, wodurch die Betriebskosten deutlich niedriger ausfallen. Diese Eigenschaften machen Chia-Mining zu einer ressourcenschonenden Alternative, die auch über längere Zeiträume hinweg wirtschaftlich betrieben werden kann. Die genauen wirtschaftlichen Profite könnten in zukünftigen Arbeiten untersucht werden.

5.2 Entwicklung Kryptomining mit Erneuerbaren-Energien

In diesem Abschnitt wird die zukünftige Entwicklung von Kryptomining, welches mit erneuerbaren Energien betrieben wird, betrachtet.

5.2.1 Projekt Bitcoin-City in El Salvador

Durch die Nutzung von erneuerbaren Energien für das Kryptomining lässt sich die eigentlich entstehende Umweltbelastung drastisch reduzieren. In diesem Zusammenhang ist die Vision Bitcoin-City sehr interessant zu betrachten.
Der Präsident von El Salvador Nayib Bukele plant die Errichtung einer Bitcoin-City in der Region „La Union“. Die Geothermische Energie des Conchagua-Vulkans soll dabei genutzt werden, um Strom zu gewinnen, welcher für Bitcoin-Miner genutzt werden soll. Die Vision ist, eine nahezu steuerfreie Zone schaffen, welche Investitionen und das wirtschaftliche Wachstum fördern sollen.[57] Aktuell ist das Projekt allerdings eingestellt, da die Nutzung von geothermischer Energie noch sehr teuer ist und das Projekt somit unrentabel wäre. [58]

[57] Vgl. Richter, A. El Salvador to build city financed by bitcoin and powered by geothermal
[58] Vgl. Handelsblatt. El Salvador plant weltweites Pilotprojekt „Bitcoin City“

5.3 Entwicklung (Effizienz) Photovoltaik-Anlagen

Aktuell leistet der Photovoltaikstrom bereits einen Anteil von ca. 18 %.[59] Um Klimaziele, wie das Pariser Abkommen, zu erreichen muss dieser Anteil allerdings noch erhöht werden. Außerdem wird sich der Wirkungsgrad von PV-Anlagen in der Zukunft verbessern. Kristalline PV-Module, welche hauptsächlich auf dem Markt vertreten sind, erreichen einen Wirkungsgrad von 15-22 %. Das bedeutet, dass 15-22 % der Energie, welche das PV-Modul erreicht, in Strom umgewandelt wird. Diese Leistungssteigerung lässt sich bereits an sog. Perowskit-PV-Zellen beobachten, welche einen Wirkungsgrad von ca.29 % besitzen. Durch eine Steigerung des Wirkungsgrades ist es möglich höhere Stromerträge auf gleicher Fläche zu erreichen. [60]

5.4 Entwicklung Strompreise in Deutschland

Für diesen Abschnitt wurde nur eine Prognose untersucht, welche von vielen Faktoren abhängig ist und deshalb ungenau sein kann. Diese Prognose sagt voraus, dass es einen leichten Rückgang in den Jahren 2024-2025 geben wird. In den Jahren 2026-2035 soll der Strompreis leicht ansteigen. Es wird einen Anstieg von 1,83 ct pro kWh über einen Zeitraum von 10 Jahren geben. Der Strompreis soll weiter steigen, die Prognose endet im Jahr 2042, bei einem Strompreis 0,4027 €/kWh. Allerdings startet die Prognose auch bei einem Wert von 37 ct pro kWh im Jahr 2025. Insgesamt lässt sich sagen, dass davon ausgegangen wird, dass der Strompreis langfristig moderat ansteigen wird. Allerdings nicht in der Ausprägung, wie es in den vergangen Jahren 2023 sowie 2022 der Fall war.[61]

5.5 Kosten-Nutzen Rechner

Der Kosten-Nutzen-Rechner für Kryptomining mit PV-Strom ist ein von mir entwickeltes Programm zur Berechnung der Rentabilität verschiedener Mining-Methoden unter Berücksichtigung des Strompreises, welcher vom Benutzer festgelegt werden kann. Es basiert auf PyQt5 und bietet eine grafische Benutzeroberfläche, mit der Nutzer verschiedene Mining-Optionen analysieren können. Dabei werden zwei Hauptmethoden unterstützt: Zum einen das Mining über NiceHash, bei dem entweder

[59] Vgl. Frauenhofer Institut für Solare Energiesysteme. Öffentliche Stromerzeugung 2024: Deutscher Strommix so sauber wie noch nie

[60] Kränke, M. Die Zukunft der Photovoltaik – ein Ausbick

[61] Vgl. Bundesminesterium für Wirtschaft und Klimaschutz. Jahreswirtschaftsbericht Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig gestalten

GPUs oder spezielle ASIC-Miner zum Einsatz kommen, und zum anderen das Chia-Mining, das auf Speicherplatz basiert und den Proof-of-Space-and-Time-Mechanismus nutzt.
Das Programm enthält eine umfangreiche Datenbank mit verschiedenen Grafikkarten und ASIC-Minern, in der für jede Hardware der geschätzte tägliche Ertrag sowie der Stromverbrauch hinterlegt sind. Nutzer können ihre Hardware auswählen und den aktuellen Strompreis anpassen, um die Rentabilität zu berechnen. Die Berechnung erfolgt für das GPU- und ASIC-Mining auf täglicher Basis, während das Chia-Mining auf monatlicher Basis analysiert wird. Dabei wird die Stromersparnis durch die Nutzung von PV-Strom berücksichtigt, indem der übliche Einspeisepreis als Vergleichsgröße dient.

Zusätzlich gibt es eine Option, zwischen einem Dark- und einem Light-Mode zu wechseln, um die Darstellung individuell anzupassen.

Literaturverzeichnis

Onlinequellen:

Statistisches Bundesamt: 2,6 Millionen Photovoltaikanlagen in Deutschland installiert [online]. 20.06.2023, Online unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23_25_p002.html [Stand 14.12.2024]

Hesseling,Claus. Behrend,Anna. Norddeutscher Rundfunk: Strompreis aktuell: So viel kostet die Kilowattstunde [online]. 14.12.2024, Online unter https://www.ndr.de/nachrichten/info/Strompreis-aktuell-So-viel-kosten-die-Kilowattstunden,strompreis182.html [Stand 14.12.2024]

Gonschor, Arne. wegatech: Die aktuelle Einspeisevergütung für PV-Anlagen 2024 [online] . 18.07.2024, Online unter https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/foerderung-finanzierung/einspeiseverguetung/#:~:text=ZUM%20ANGEBOT-,Wie%20hoch%20ist%20die%20Einspeiseverg%C3%BCtung%202024%3F,6%2C95%20ct%2FkWh. [Stand 14.12.2024]

eon: kWp: Leistung und Ertrag von PV-Anlagen – Wie hoch sind die durchschnittlichen PV-Erträge einer Solaranlage [online]. Online unter https://www.eon.de/de/pk/solar/kwp-bedeutung-umrechnung.html [Stand 14.12.2024]

IBM: Was ist End-to-End Verschlüsselung (E2EE)? [online]. Online unter https://www.ibm.com/de-de/topics/end-to-end-encryption [Stand 14.12.2024]

Keyfactor: Wann sollte man symmetrische Verschlüsselung und wann assymetrische Verschlüsselung verwenden [online]. 17.06.2020, Online unter https://www.keyfactor.com/de/blog/symmetric-vs-asymmetric-encryption/#:~:text=Die%20asymmetrische%20Kryptografie%20bietet%20mehr,von%20Nachrichten%2C%20der%20nie%20weitergegeben [Stand 14.12.2024]

Knappe, Timm. CrypTool-Online: RSA (Schritt für Schritt erklärt) – Das verbreiteste moderne assymetrische Verfahren der RSA [online]. 22.12.2022, Online unter: https://www.cryptool.org/de/cto/rsa-step-by-step/ [Stand 14.12.2024]

Schneider,Gerd. Tokya-Seid, Christiane. Bundeszentrale für politische Bildung: Bankenkrise/Finanzkrise [online]. Online unter https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/das-junge-politik-lexikon/319905/bankenkrise-finanzkrise/#:~:text=Finanzkrise%202009,um%20noch%20Schlimmeres%20zu%20verh%C3%BCten. [Stand 14.12.2024]

Deutsche Bundesbank, Redaktion ökonomische Bildung, Geldmuseum, Zentralbereich Personal. Geld und Geldpolitik [online]. Frühjahr 2024, Online unter https://www.bundesbank.de/resource/blob/606038/b481a5a4c7c3df8608802fcc212004d2/mL/geld-und-geldpolitik-data.pdf [Stand 15.12.2024]

Thiele, Carl-Ludwig, Kryptowährung Bitcoin: Währungswettbewerb oder Spekulationsobjekt: Welche Konsequenzen sind für das aktuelle Geldsystem zu erwarten? [online]. 23.11.2017, Online unter https://www.econstor.eu/bitstream/10419/175126/1/ifosd-v70-2017-i22-p03-20.pdf [Stand 15.12.2024]

Hash-Rate BTC
bitinforcharts, Bitcoin Hashrate grafiken [online]. Online unter: https://bitinfocharts.com/de/comparison/bitcoin-hashrate.html [Stand 15.12.2024]

Hash-Rate
Rajeev, Sobti, G.Gheta. Cryptographic Hash Functions : A review [online]. März 2012, Online unter: https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=85abc4805adb741b0f8c962794d2ab4dac975c5f [Stand 15.12.2024]

IBM. Was ist Kryptografie? [online]. Online unter: https://www.ibm.com/de-de/topics/cryptography [Stand 31.01.2025]

C.C. Buchner. Verschlüsselung. [online]. Online unter https://www.ccbuchner.de/_files_media/mediathek/downloads/18284.pdf [Stand 31.01.2025]

Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik (BSI). Blockchain macht Daten Praktisch unveränderbar. Kryptowährungen und die Frage nach der Sicherheit [online]. Online unter: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Informationen-und-Empfehlungen/Technologien_sicher_gestalten/Blockchain-Kryptowaehrung/blockchain-kryptowaehrung_node.html#:~:text=Blockchains%20werden%20durch%20kryptografische%20Verfahren,Manipulation%20und%20F%C3%A4lschung%20sch%C3%BCtzen%20k%C3%B6nnen [Stand 31.01.2025]

Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik (BSI). Arten der Verschlüsselung. Die komplizierten Funktionsweisen einfach erklärt [online]. Online unter https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Informationen-und-Empfehlungen/Onlinekommunikation/Verschluesselt-kommunizieren/Arten-der-Verschluesselung/arten-der-verschluesselung_node.html [Stand 31.01.2025]

Huxley. Die Entwicklung von Kryptowährungen – was zeichnet sie aus, wohin geht die Reise? [online]. Online unter: https://www.huxley.com/de-de/knowledge-hub/industrie-einblicke/die-entwicklung-von-kryptowahrungen-was-zeichnet-sie-aus-wohin-geht-die-reise/#:~:text=Die%20Urspr%C3%BCnge%20von%20Kryptow%C3%A4hrungen%20liegen,Japaner%20Satoshi%20Nakamoto%20gewesen%20sein. [Stand 31.01.2025]

Eilers, Carsten. Die Blockchain im Überblick [online]. August 2018, Online unter; https://entwickler.de/blockchain/was-ist-das-was-kann-das-was-soll-das

Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik (BSI). Blockchain macht Daten praktisch unveränderbar [online]. Online unter:

https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Informationen-und-Empfehlungen/Technologien_sicher_gestalten/Blockchain-Kryptowaehrung/blockchain-kryptowaehrung_node.html [Stand 01.02.2025]

Schlatt, V., Schweizer, A., Urbach, N., Fridgen, G. Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale [online]. 2016, Online unter: https://www.fit.fraunhofer.de/content/dam/fit/de/documents/Blockchain_WhitePaper_Grundlagen-Anwendungen-Potentiale.pdf [Stand 01.02.2025]

Kaitao, L. Blockchain Mining Power and Market Quality in Cryptocurrency Trading [online]. Oktober 2023, Online unter: https://www.world-exchanges.org/storage/app/media/Crypto%20Mining%20and%20Market%20Quality.pdf [Stand 01.02.2025]

Daehan, K., Doojin, R., Webb, R. Does a higher hashrate strenthen Bitcoin network secruity? [online]. 2024, Online unter: https://jfin-swufe.springeropen.com/articles/10.1186/s40854-023-00599-8 [Stand 01.02.2025]

coursera. What Is a Peer-to-Peer-Network? [online]. 24. Oktober 2024, Online unter: https://www.coursera.org/articles/peer-to-peer [Stand 01.02.2025]

Hyunggon, P., Ratzin, I. R., van der Schar, M. Peer-to-Peer Networks – Protocols, Cooperation and Competition [online]. Online unter. http://medianetlab.ee.ucla.edu/papers/chapter_P2P_hpark.pdf [Stand 01.02.2025]

Chavarria, A., Munichiello, K. Cryptocurrency Wallet: What It is, How it Works, Types, and Secruity [online]. 25. November 2024, Online unter: https://www.investopedia.com/terms/b/bitcoin-wallet.asp [Stand 01.02.2025]

Birnbaum, D. What Is A Cold Wallet? [online]. 8. Januar 2025, Online unter: https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-basics/what-is-a-hardware-wallet [Stand 01.02.2025]

ledger. Was ist eine Software-Wallet? [online]. 7. März 2024, Online unter: https://www.ledger.com/de/academy/g-erweitertes-wissen-zu-wallets/what-is-a-software-wallet [Stand 01.02.2025]

fortinet. What Is Hacking? [online]. Online unter: https://www.fortinet.com/resources/cyberglossary/what-is-hacking [Stand 01.02.2025]

coinbase. Können Kryptowährungen gehackt werden? [online]. Online unter: https://www.coinbase.com/de/learn/tips-and-tutorials/can-cryptocurrency-be-hacked [Stand 01.02.2025]

kaspersky. Die größten Hackerangriffe auf Kryptowährung: So schützen Sie Ihre Kryptowährung vor Hacking [online]. Online unter: https://www.kaspersky.de/resource-center/threats/crypto-exchange-hacks [Stand 01.02.2025]

Henk, P. Mt. Gox Skandal: Ursachen, Auswirkungen und aktuelle Updates [online]. 17 Juli 2024, Online unter: https://bitcoin-2go.de/mt-gox-skandal/ [Stand 01.02.2025]

kryptobit. Krypto-Mining im Wandel: Neue Chancen durch künstliche Intelligenz [online]. Online unter: https://www.kryptobit.de/post/krypto-mining-wandel-chancen-kuenstliche-intelligenz [Stand 01.02.2025]

NiceHash. Was ist NiceHash und wie funktioniert es? [online]. Online unter: https://www.nicehash.com/support/general-help/nicehash-service/what-is-nicehash-and-how-it-works [Stand 01.02.2025]

crucial. Chia crypto farming sows endurance concerns [online]. Online unter: https://www.crucial.com/articles/about-ssd/chia-crypto-farming-ssd-endurance#:~:text=While%20Chia%20farming%20relies%20heavily,deciding%20to%20start%20seeding%20plots [Stand 01.02.2025]

Krug, K. Die Lebensdauer einer SSD- wie länge halt sie und was kann ich ihr Gutes tun? [online]. Online unter: https://www.compuram.de/blog/die-lebensdauer-einer-ssd-wie-lange-haelt-sie-und-was-kann-ich-ihr-gutes-tun/ [Stand 01.02.2025]

Chia Network INC. Business Whitepaper [online]. 2. Februar 2022, Online unter: https://www.chia.net/wp-content/uploads/2022/07/Chia-Business-Whitepaper-2022-02-02-v2.0.pdf [Stand 01.02.2025]

Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [online]. Online unter: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf [Stand 01.02.2025]

coinkurier. Block Reward [online]. Online unter: https://www.coinkurier.de/glossar/block-reward/ [Stand 01.02.2025]

bitpanda. Wofür gibt es Mining-Pools und wie funktionieren sie? [online]. Online unter: https://www.bitpanda.com/academy/de/lektionen/wofur-gibt-es-mining-pools-und-wie-funktionieren-sie/#was-sind-mining-pools [Stand 01.02.2025]

Imöhl, S. Bitcoin Mining als sinvolle Heizungsalternative ? [online]. 25 Oktober 2025, Online unter: https://www.wiwo.de/finanzen/immobilien/heizen-mit-strom-bitcoin-mining-als-sinnvolle-heizalternative-/29417534.html [Stand 02.02.2025]

21energy. Ofen Pro [online]. Online unter: https://21energy.com/de/products/ofen-pro [Stand 02.02.2025]

TRGDatacenters. Which Cryptocurrency is the Most Enviroment Friendly? [online]. Online unter: https://www.trgdatacenters.com/resource/most-environment-friendly-cryptocurrencies/ [Stand 02.02.2025]

OSTRAL. Stromverbrauch [online]. Online unter: https://www.strom.ch/de/wissen/stromverbrauch#:~:text=Rund%20ein%20Viertel%20der%20insgesamt,90%20Terawattstunden%20pro%20Jahr%20ansteigen. [Stand 02.02.2025]

Chamanara, S., Madani, K., United Nations University – Institute for Water, Enviroment and Health. The Hidden Enviromental Cost of Cryptocurrency: How Bitcoin Mining

Impacts Climate, Water and Land [online] . 2023, Online unter: https://collections.unu.edu/eserv/UNU:9528/UN-IWEH_BTC_Report.pdf [Stand 02.02.2025]

BlockchainHero. Die Ethik des Krypto-Minings: Umweltauswirkungen und Lösungen [online]. Online unter: https://blockchain-hero.com/die-ethik-des-krypto-minings-umweltauswirkungen-und-loesungen/ [Stand 02.02.2025]

Zeilinger, D., Reder, M. Verdiene Bitcoins mit überschüssiger Solarenergie – So geht's ! [online].12. September 2024, Online unter: https://www.blockpit.io/de-de/blog/verdiene-bitcoins-mit-ueberschuessiger-solarenergie [Stand 02.02.2024]

Munich International Mining. Green Bitcoin Mining [online]. 24. November 2024, Online unter: https://mim.farm/green-bitcoin-mining/ [Stand 02.02.2025]

Valerius, G. Photovoltaik: Ertrag in Sommer und Winter [online]. 12. November 2024, Online unter: https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-leistung/photovoltaik-ertrag-in-sommer-und-winter [Stand 02.02.2025]

Deutscher Bundestag, WD4: Haushalt und Finanzen. Der Bitcoin in El Salvador – Entwicklungen seit der Einführung als gesetzliches Zahlungsmittel [online] . 4. September 2023, Online unter: https://www.bundestag.de/resource/blob/969952/8ecc3d0a01ae125ee41c58f5ac8f04a8/WD-4-054-23-pdf.pdf [Stand 02.02.2025]

Chipi Chipi Bombon [online]. Online unter: https://coinpages.io/listings/deutschland/berlin/berlin/chipi-chipi-bombon/ [Stand 02.02.2025]

Schwarzburger, H., Berkel, M. Optimale Ausrichtung für PV: Ist mein Dach geeignet? [online]. 13. Juli 2019, Online unter: https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/photovoltaik/dach-ausrichtung-neigung-alternativen/#:~:text=Grunds%C3%A4tzlich%20ist%20das%20immer%20noch,sein%20wie%20die%20nach%20S%C3%BCden! [Stand 02.02.2025]

Sempelmann, P. Der ökologische Fußabdruck von Bargeld und Kryptowährungen [online]. 11 November 2023, Online unter: https://www.trend.at/invest/oeko-fussabdruck-bargeld-kryptowaehrungen [Stand 04.02.2025]

Bundesminesterium für Wirtschaft und Klimaschutz. Jahreswirtschaftsbericht Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig gestalten [online]. Februar 2024, Online unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/jahreswirtschaftsbericht-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=10 [Stand 08.02.2025]

Frauenhofer Institut für Solare Energiesysteme. Öffentliche Stromerzeugung 2024: Deutscher Strommix so sauber wie noch nie [online]. 02. Januar 2025, Online unter: https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2025/oeffentliche-stromerzeugung-2024-deutscher-strommix-so-sauber-wie-nie.html [Stand 08.02.2025]

Kränke, M. Die Zukunft der Photovoltaik – ein Ausbick [online]. 10 März 2023, Online unter: https://www.pv-magazine.de/2023/03/10/die-zukunft-der-photovoltaik-ein-ausblick/ [Stand 08.02.2025]

CoinJournal. Ethereum Classic Mining: Was ist das und wie kann ich minen? [online]. Online unter: https://coinjournal.net/de/ethereum-classic/mining/ [Stand 08.02.2025]

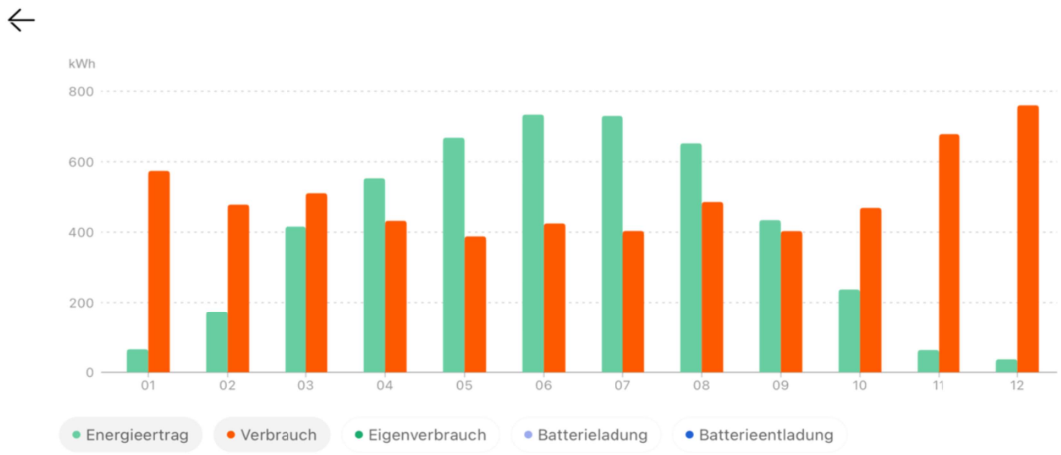
bitpanda. Konsens-Algorithmus: Proof-of-Work [online]. Online unter: https://www.bitpanda.com/academy/de/lektionen/konsens-algorithmen-proof-of-work/ [Stand 08.02.2025]

coinbase. Was ist der Unterschied zwischen Ethereum und Ethereum Classic [online]. Online unter: https://www.coinbase.com/de/learn/crypto-basics/what-is-the-difference-between-ethereum-and-ethereum-classic [Stand 08.02.2025]

Richter, A. El Salvador to build city financed by bitcoin and powered by geothermal [online]. 22. November 2021, Online unter: https://www.thinkgeoenergy.com/el-salvador-to-build-city-financed-by-bitcoin-and-powered-by-geothermal/ [Stand 12.02.2025]

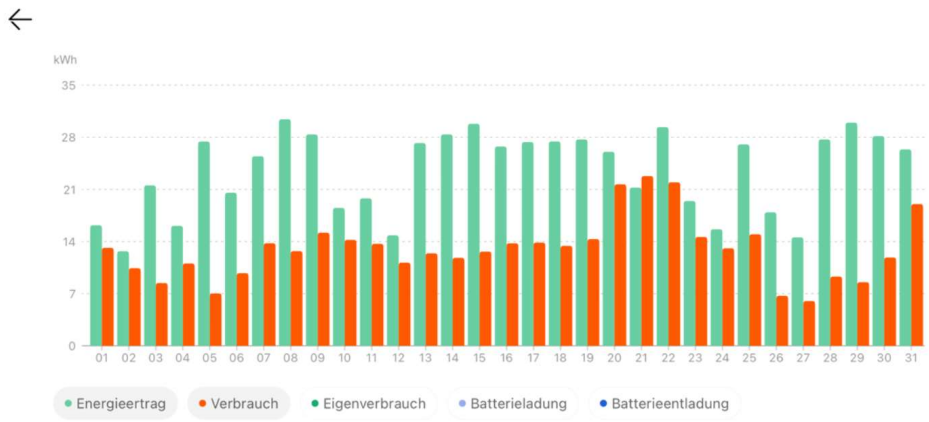
Handelsblatt. El Salvador plant weltweites Pilotprojekt „Bitcoin City“ [online]. 21 November 2021, Online unter: https://www.handelsblatt.com/finanzen/maerkte/devisen-rohstoffe/kryptowaehrung-el-salvador-plant-weltweites-pilotprojekt-bitcoin-city/27819918.html [Stand 12.02.2025]

Anhang



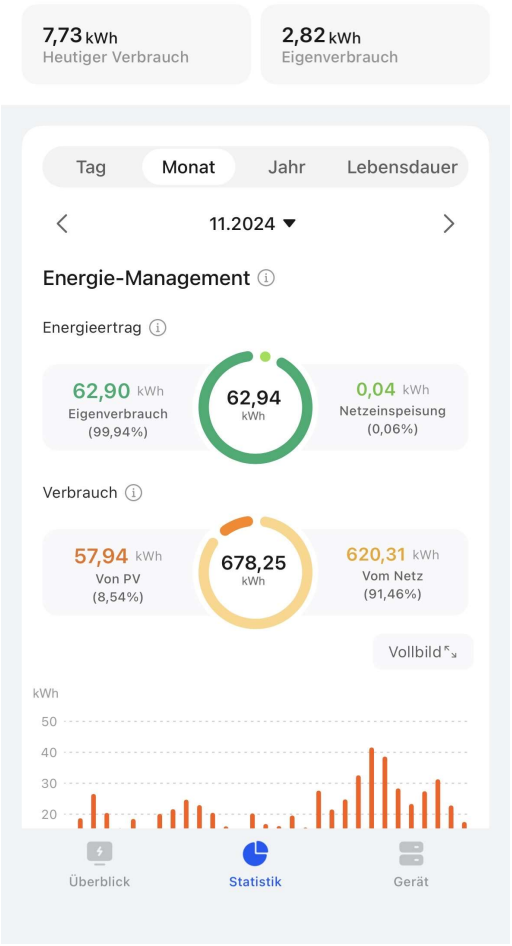
Stromerzeugung Jahr 2024 mit privater PV-Anlage

Stromerzeugung Jahr 2024 mit privater PV-Anlage

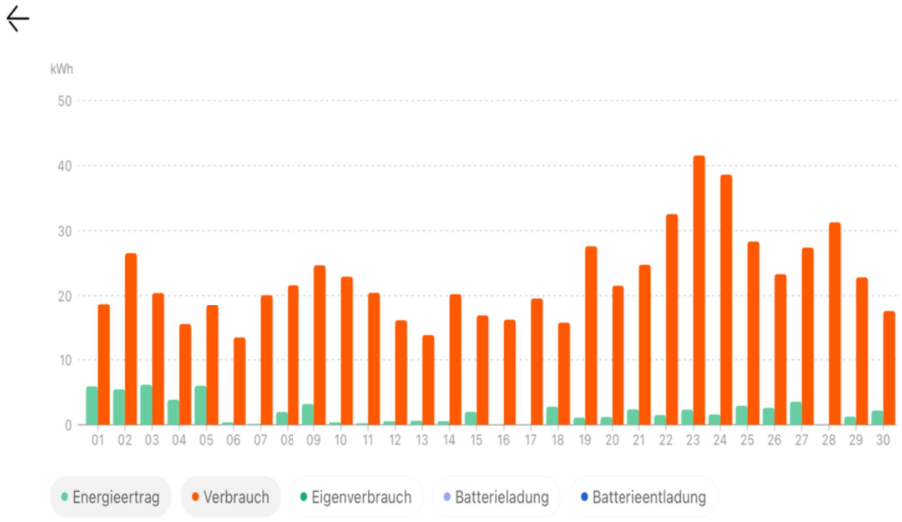


Stromerzeugung Juli 2024 mit privater PV-Anlage

Stromerzeugung Juli 2024 mit privater PV-Anlage



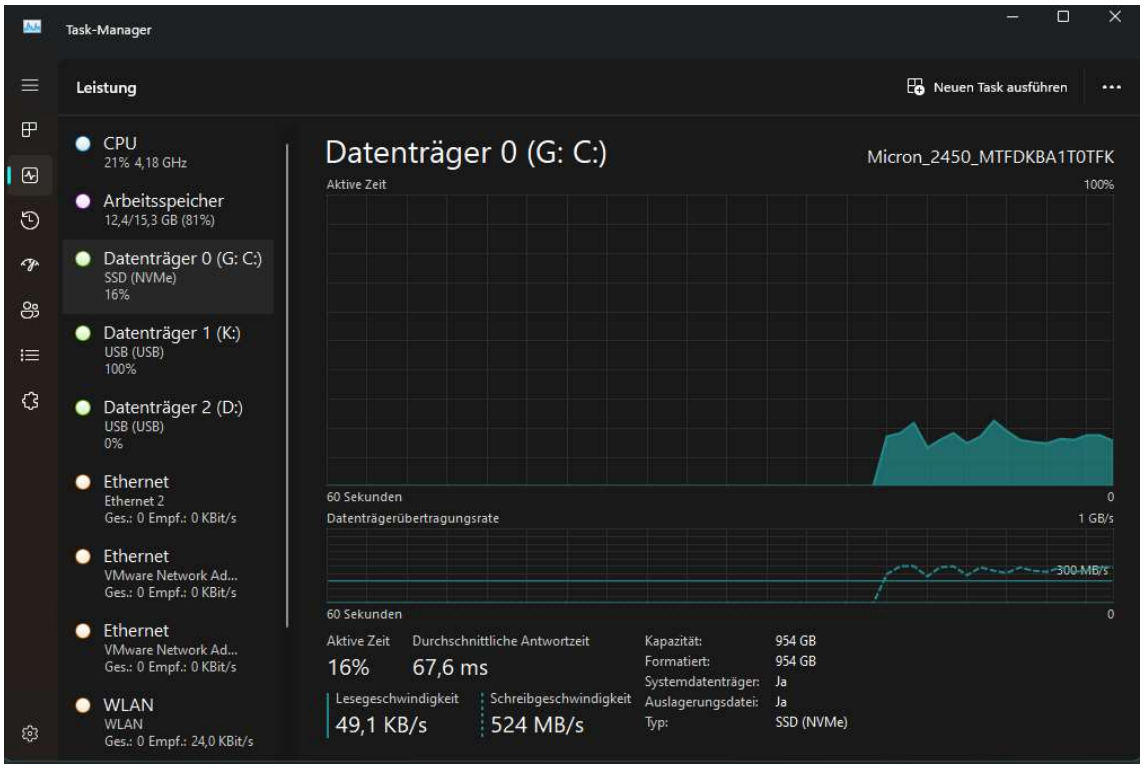
Stromerzeugung November 2024



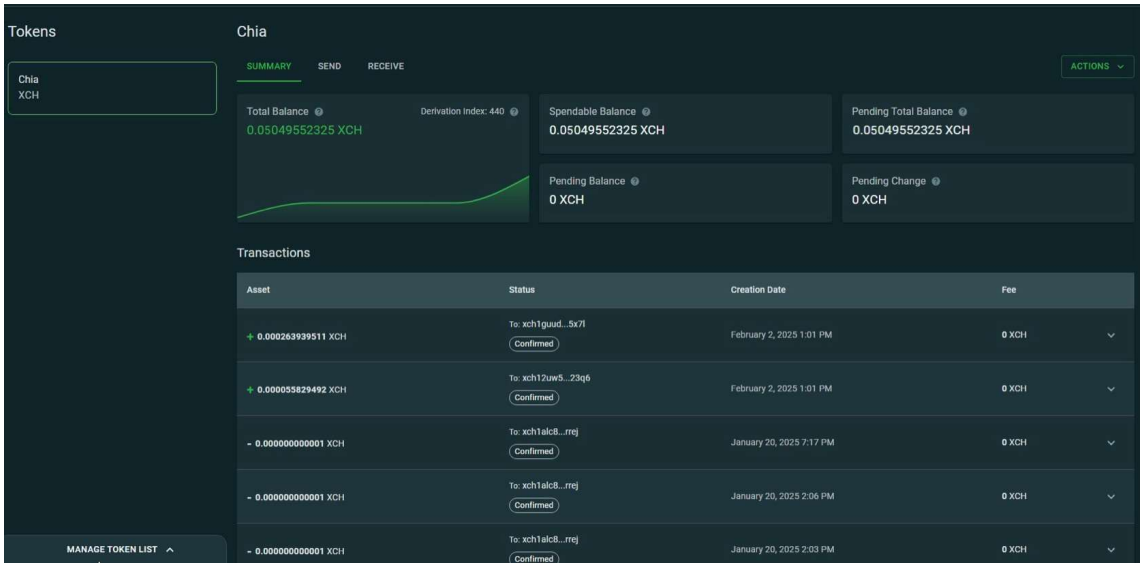
Stromerzeugung November 2024

PV-Strings (jeweils grün und blau markiert)

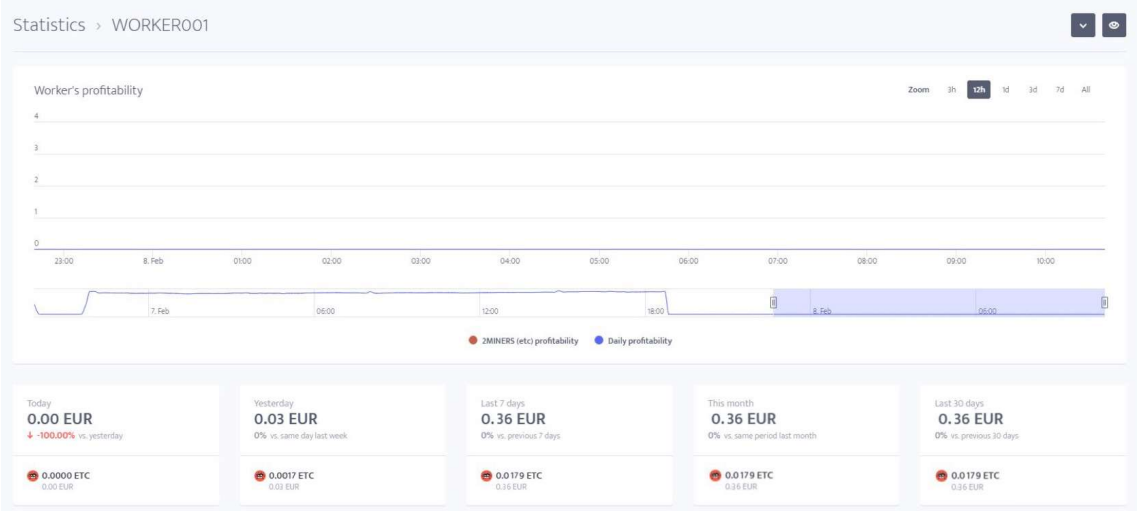
Verschattung PV-Anlage (rot markierte PV-Module am stärksten betroffen)



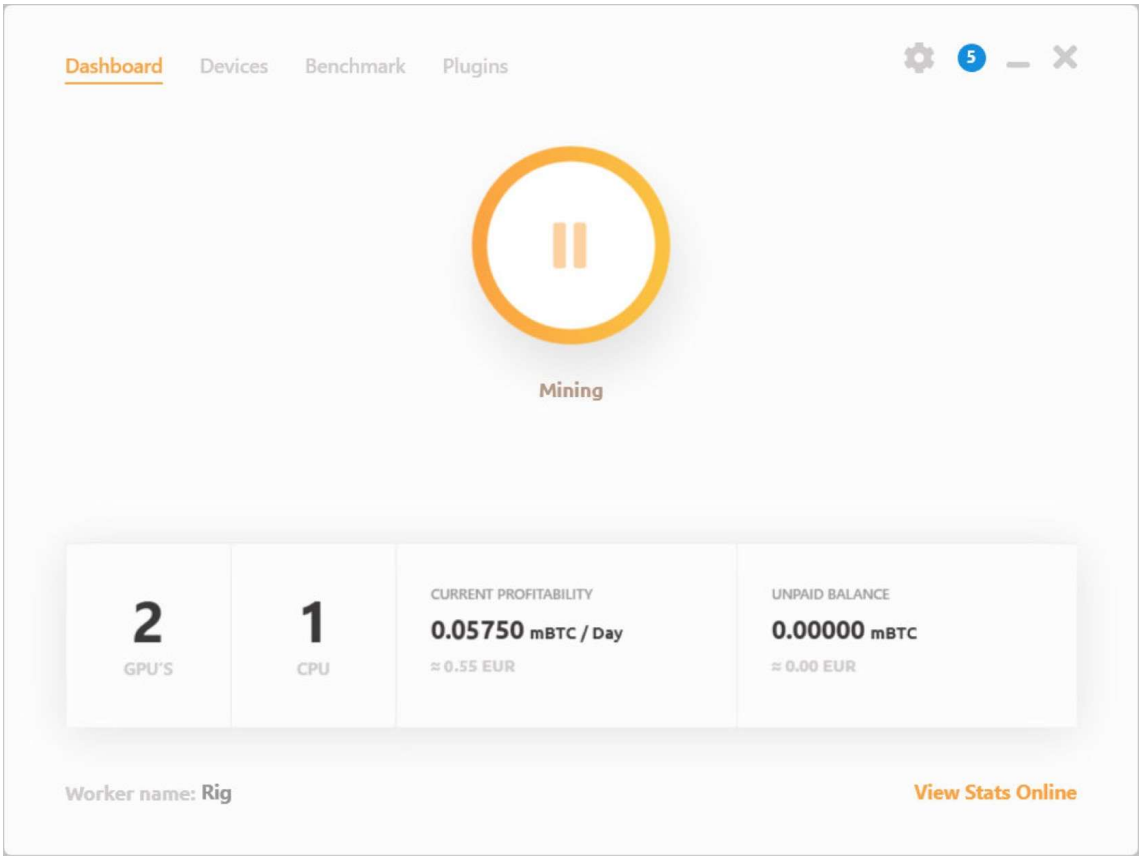
SSD-Nutzung beim Chia-Plotting



Chia Wallet nach 2-monatigen Mining



Ethereum Cash Mining nach 1 Woche (überwacht mit minerstat)



NiceHash-Mining Software mit täglichem Gewinn

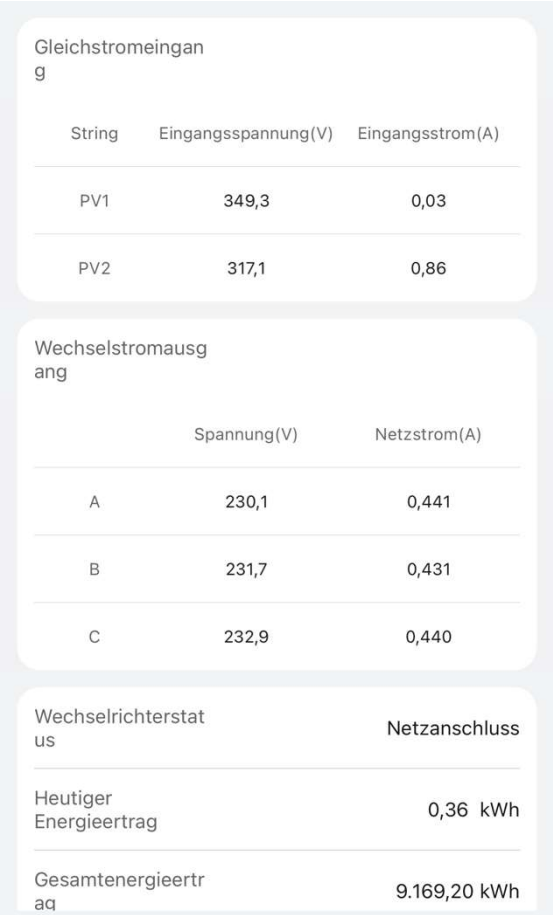
NICEHASH Ltd.
Intershore Chambers, Road Town, Tortola BVI
Company number: 2048669

Dieser Bericht wird automatisch für eine Organisation mit der ID: **7bbc78ef-d31c-405a-9415-5e4bc525bb82** und für den Benutzer: **sven-kuenne@web.de** generiert. Der Bericht enthält **ALL** Transaktionen für die Währung: **BTC** während der Nutzung des NiceHash Services während eines Zeitraums von **2024-01-01** bis **2025-01-29** mit Aggregation **NONE**, für Zeitzone: **GMT+1**.

Haftungsausschluss: * Bitte beachten Sie, dass die in diesem Dokument angegebenen Wechselkurse nur zu Informationszwecken dienen und nicht unbedingt den tatsächlichen Wechselkurs zum genauen Zeitpunkt der Transaktion widerspiegeln. NiceHash übernimmt keinerlei Haftung für die Richtigkeit der in diesem Dokument angegebenen Wechselkurse.

Terminzeit	Transaktions-ID	Zweck	Betrag (BTC)	* Umtauschrate	Betrag (EUR)
2025-01-12 21:34:03	eef09f57-4ed3-459e-9fc7-25b76c3a049e	Hashpower Mining	0.00001016	92318.65	0.94
2025-01-12 21:35:03	a9e79452-6cde-4338-9a6a-1dcd54903f60	Hashpower Mininggebühren	-0.00000020	92318.65	-0.02
2025-01-14 13:21:07	8c4984ce-4def-4cc0-89e6-1b8216beac4b	Hashpower Mining	0.00001012	92268.98	0.94
2025-01-14 13:22:07	bc277a81-99f2-47c9-a778-a0ef9aaa2efd	Hashpower Mininggebühren	-0.00000020	92268.98	-0.02
2025-01-16 10:37:12	62c16054-d679-4795-b87a-2ced9a046197	Hashpower Mining	0.00001055	95656.38	0.95
2025-01-16 10:38:12	56988399-d220-4b7f-bd88-514368922fb6	Hashpower Mininggebühren	-0.00000021	92268.98	-0.02
2025-01-18 11:12:45	89c04ed1-8728-406b-8583-82f3dc73f6d5	Hashpower Mining	0.00001018	100470.65	1.02
2025-01-18 11:13:45	faef6fd0-208a-4352-9be7-fe01ff1f5285	Hashpower Mininggebühren	-0.00000020	100470.65	-0.02
		Hashpower Mining	0.00004101		3.85
		Hashpower Mininggebühren	-0.00000081		-0.08
∑		Gesamt	0.00004020		3.77
		Anzahl von Hashpower Mining Transaktionen	4		
		Anzahl von Hashpower Mininggebühren Transaktionen	4		
∑		Gesamtzahl der Transaktionen	8		

NiceHash Rechnung über Zeitraum von 8 Tagen



Gleichstromeingang

String	Eingangsspannung(V)	Eingangsstrom(A)
PV1	349,3	0,03
PV2	317,1	0,86

Wechselstromausgang

	Spannung(V)	Netzstrom(A)
A	230,1	0,441
B	231,7	0,431
C	232,9	0,440

Wechselrichterstatus	Netzanschluss
Heutiger Energieertrag	0,36 kWh
Gesamtenergieertrag	9.169,20 kWh

PV-Anlage durch Schnee bedeckt
PV- String 1: Leistung von ca. 10 W
PV-String 2: Leistung von ca. 272 W

Daraus kann man schließen das im Winter auch durch evtl. Schneefall der Ertrag der PV-Anlage minimiert wird.

PV-Anlage durch Schnee bedeckt

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich das die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Kryptomining mit Photovoltaikstrom“
selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet und die den verwendeten Quellen und Hilfsmittel wörtlich oder inhaltlich entnommene Stellen als kenntlich gemacht habe.

Ich erkläre zudem, dass ich zur Unterstützung meiner Arbeit auch Künstliche Intelligenz, insbesondere Large Language Models (LLMs), genutzt habe. Die von diesen Modellen generierten Inhalte wurden von mir kritisch überprüft, angepasst und mit weiteren Quellen abgeglichen, um die wissenschaftliche Integrität der Arbeit zu gewährleisten.

Mir ist bewusst, dass ich trotz der Nutzung von LLMs für den Inhalt, die Argumentation und die Korrektheit meiner Arbeit selbst verantwortlich bin.

Ort, Datum

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei meinem Betreuer, Paul Heyde, für die wertvolle Unterstützung und die hilfreichen Hinweise während der Erstellung meiner Facharbeit bedanken. Durch seine fachliche Expertise und sein Engagement konnte ich die Arbeit erfolgreich umsetzen. Ich schätze seine Geduld und die konstruktiven Rückmeldungen sehr. Ohne seine Hilfe wäre diese Facharbeit nicht in der vorliegenden Form möglich gewesen.